

N&R

Netzwirtschaften & Recht

Energie, Telekommunikation,
Verkehr und andere Netzwirtschaften

6/2021

S. 257 – 320

18. Jahrgang

Herausgegeben von
Achim Berg
Wilhelm Eschweiler
Peter Franke
Andrees Gentzsch
Martin Henke
Jochen Homann
Alexander Kirschall
Wolfgang Kopf
Stephan Korehnke
Matthias Kurth
Jochen Mohr
Andreas Mundt
Birgit Ortlieb
Stefan Richter
Franz Jürgen Säcker
Christian Seyfert
Geschäftsführender
Herausgeber
Christian Koenig
Schriftleitung
Institut für das Recht
der Netzwirtschaften,
Informations- und
Kommunikations-
technologie (IRNIK)
www.nundr.net

- | | | |
|---|---|-----|
| ■ | <i>Bernd Buchholz</i>
Wettbewerb auf den Postmärkten stärken,
Chancen der Marktöffnung nutzen | 257 |
| ■ | <i>Maximilian Emanuel Elspas/Corinna Lindau/
Stefanie Raissa Ramsauer</i>
Die neuen Regelungen im EnWG zum Wasserstoff | 258 |
| ■ | <i>Carlos D. Cesarano</i>
Das Gigabit-Fördermodell des Bundes | 267 |
| ■ | <i>Matthias Franken/Bernd Sörries/Marcus Stronzik</i>
Entwicklung von 5G-Campusnetzen in Deutschland | 275 |
| ■ | <i>Jürgen Kühling/Kim-Ines Meier</i>
Die Novelle des ERegG im Zeichen der Verkehrswende | 281 |
| ■ | <i>Ludwig Gramlich</i>
Das Postrecht in den Jahren 2020/2021 | 286 |
| ■ | <i>Jörg Meinzenbach/Rebecca Klein/Dirk Uwer</i>
Anmerkung zum Urteil des EuGH:
Zuständigkeiten und Unabhängigkeit
der Regulierungsbehörde im Energiesektor | 304 |
| ■ | <i>Olaf Schulz-Gardyan</i>
Anmerkung zum Urteil des BGH:
Wegekonzessionen für kommunale
Eigenbetriebe – Gasnetz Berlin | 314 |
| | N&R-Beilage 2/2021
<i>Markus Ludwigs</i>
Energiereregulierung nach der Zeitenwende | 1 |

Matthias Franken, Dr. Bernd Sörries und Dr. Marcus Stronzik*

Entwicklung von 5G-Campusnetzen in Deutschland

Erkenntnisse zur Vergabe von Frequenzen im Bereich von 3,7 bis 3,8 Gigahertz für lokale Campusnetze

Mit der Vergabe von lokalen Frequenznutzungsrechten durch die Bundesnetzagentur haben Unternehmen und Organisationen die Möglichkeit erhalten, eigenständige Campusnetze aufzubauen. Nach fast zwei Jahren seit dem Start der Vergabe behandelt der folgende Beitrag die Frage nach dem Status quo des Aufbaus von Campusnetzen und ordnet die regulatorische Vorgehensweise in Deutschland in einen internationalen Kontext ein. Neben den Chancen, die sich daraus ergeben, werden ebenso bestehende Hemmnisse diskutiert, die besonders häufig noch für kleine und mittelständische Unternehmen bestehen.

I. Ausgangslage

Die fünfte Mobilfunkgeneration (5G) hat wie keine der Mobilfunktechnologien zuvor bereits vor ihrer tatsächlichen Verfügbarkeit im Markt eine hohe Erwartungshaltung in der interessierten Öffentlichkeit erzeugt. Aktuell ist bereits ein Wettrennen unter den Mobilfunknetzbetreibern hinsichtlich des Ausbaustands von 5G zu beobachten.¹ Neben den öffentlichen Mobilfunknetzbetreibern versprechen sich insbesondere gewerbliche Nutzer, häufig als „verticals“ bezeichnet, von 5G einen wesentlichen Impuls für die Digitalisierung von Produktions- oder anderen betrieblichen Prozessen (z. B. bei der Intralogistik). Während sich bei früheren Mobilfunktechnologien die technische Leistungsfähigkeit maßgeblich an Massenmarktanwendungen orientierte, stehen bei der noch nicht abgeschlossenen Standardisierung von 5G zunehmend gewerbliche Anwendungen mit ihren jeweiligen Anforderungen an ein 5G-Netz im Fokus.

Da ein Teil der gewerblichen Anwendungen auf abgrenzbaren Flächen zur Anwendung kommt, ist zu erwarten, dass von diesen Nutzern künftig verstärkt der Aufbau von sog. Campusnetzen angestrebt wird. Ziel ist es, nicht öffentliche, private 5G-Campusnetze aufzubauen, die den spezifischen technischen und betriebswirtschaftlichen Anforderungen der jeweiligen gewerblichen Nutzer entsprechen. Erste Prognosen gehen für Deutschland vom Aufbau mehrerer Tausend 5G-Campusnetze bis 2025 aus.²

Damit Campusnetze auch über die Anwender errichtet, betrieben oder auch nur genutzt werden können, bedarf es entsprechender Frequenzen und Nutzungsrechte. Mit der Bereitstellung von Frequenzen im Bereich von 3,7 bis 3,8 Gigahertz (GHz) im Jahr 2019 für lokale Anwendungen war die Bundesnetzagentur international ein Pionier und hat damit frühzeitig die frequenzregulatorischen Weichen für den Aufbau von Campusnetzen gestellt. Mit dem vorliegenden Beitrag wird eine erste Zwischenbilanz hinsichtlich der Entwicklung von Campusnetzen gezogen, die mittlerweile auch durch diverse Programme von Bund und Ländern gefördert werden. Eine Zwischenbilanz wird auch die Bundesnetzagentur ziehen, hat sie doch angekündigt, ein Jahr nach der Eröffnung des Antragsverfahrens die Rahmenbedingungen für die Zuteilung lokaler Frequenznutzungsrechte zu überprüfen.³ Hierbei wird wohl auch geprüft, ob und unter welchen Bedingungen auch öffentliche Mobilfunknetzbetreiber Zugang zu diesen Frequenzen erhalten können.⁴

Grundlage der nachfolgenden Analyse ist eine Umfrage unter den Zuteilungsinhabern von lokalen Frequenznutzungsrechten.⁵ Bis Mitte August 2021 wurden 141 Zuteilungen von Frequenzen für lokale Funknetze durch die Bundesnetzagentur erteilt.⁶ Da die Frequenzen technologieneutral vergeben werden, können die Frequenzen auch für 4G-Anwendungen genutzt werden. Der Fragebogen greift dabei inhaltliche Aspekte auf, welche die Bundesnetzagentur bewegten, diese Frequenzen für „verticals“ zur Verfügung zu stellen. Zudem wird die deutsche Marktsituation mit Entwicklungen in anderen Ländern verglichen.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt: Zunächst werden (sogleich, unter II.) die frequenzregulatorischen Aspekte erläutert. Nachfolgend werden (unten, unter III. und IV.) die Ergebnisse der Umfrage analysiert. Ein internationaler Vergleich schließt sich (unten, unter V.) daran an. Der Beitrag endet (unten, unter VI.) mit einem Fazit.

II. Frequenzregulatorische Aspekte

Ausgangspunkt für die Entscheidung zur Vergabe von lokal nutzbaren Frequenzen in Deutschland war die mit dem Frequenz-Kompass⁷ aufgeworfene Frage, in welcher Art und Weise Frequenzen für die Einführung von 5G bedarfsgerecht bereitgestellt werden sollten. Parallel zur Konsultation und Entscheidung über die Vergabe- und Auktionsregeln für den Frequenzbereich von 3,4 bis 3,7 GHz zur bundesweiten

- * Der Beitrag beruht auf einem durch die Bundesnetzagentur finanzierten Zuwendungsprojekt.
- 1 Siehe F.A.Z. v. 16.8.2021, 19; Handelsblatt v. 10.8.2021, 22.
- 2 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Leitfaden 5G-Campusnetze – Orientierungshilfe für kleine und mittelständische Unternehmen, 2020, S. 12.
- 3 Bundesnetzagentur, Grundlegende Rahmenbedingungen des zukünftigen Antragsverfahrens für den Bereich 3.700 MHz–3.800 MHz für Anwendungen des drahtlosen Netzzugangs, 2019, S. 1, abrufbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/20190311GrundlegendeRahmenbedingungen_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).
- 4 Siehe PolicyTracker-Bertrag „Germany considers giving MNOs access to 3.7–3.8 GHz verticals band“ v. 28.7.2021.
- 5 Die Umfrage wurde anonymisiert an alle Zuteilungsinhaber von lokalen Frequenzen gesandt. Die Erhebung hat im Zeitraum vom 14.6.2021 bis zum 2.7.2021 stattgefunden. Insgesamt haben 77 Zuteilungsinhaber an der Umfrage teilgenommen (ggf. abweichend je nach Frage). Die Erhebung wurde mittels einer Online-Umfrage-Anwendung durchgeführt.
- 6 Von den 141 Zuteilungsinhabern haben 78 ihre Zuteilung veröffentlicht, siehe dazu Bundesnetzagentur, Übersicht der Zuteilungsinhaber für Frequenzzuteilungen für lokale Frequenznutzungen im Frequenzbereich 3.700–3.800 MHz, Stand: 16.8.2021, abrufbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/Zuteilungsinhaber3,7GHz.pdf?__blob=publicationFile&v=11 (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).
- 7 Bundesnetzagentur, Frequenz-Kompass, 2016, abrufbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/DrahtloserNetzzugang/Mobilfunk2020/Kompasspapier.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

Nutzung⁸ gab es einen umfangreichen Beteiligungsprozess hinsichtlich der potentiellen Vergabe von regionalen und lokalen Frequenznutzungsrechten.

Grundsätzlich verfolgte die Bundesnetzagentur das Ziel, eine flexible Frequenzuteilung für ganz unterschiedliche Geschäftsmodelle zu ermöglichen. Damit sollte gerade dem von gewerblichen Nutzern kommunizierten Bedarf an autarken Funknetzen nachgekommen werden, die unabhängig von bundesweiten Frequenzen umsetzbar sein sollten. Der Bedarf wurde u. a. mit dem Wunsch nach anwenderspezifischen Anforderungen an die Campusnetze und dem Bedarf an Kontrolle über die Digitalisierung auf Betriebsflächen begründet. Ebenso wollten die gewerblichen Nutzer eine mögliche „Türwächter“- bzw. „Gatekeeper“-Funktion der Mobilfunknetzbetreiber vermeiden, bei der die Mobilfunknetzbetreiber bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb von Campusnetzen quasi automatisch gesetzt gewesen wären. Eine Realisierung von Campusnetzen sollte auch ohne die Mobilfunknetzbetreiber möglich sein. Der Bedarf an lokalen Funknetzen wurde mit einer unteren vierstelligen Anzahl seitens einzelner Marktteilnehmer angegeben. Die Mobilfunknetzbetreiber wiederum befürchteten Wettbewerbsverzerrungen und lehnten deshalb die Zuteilung lokaler Frequenznutzungsrechte ab.⁹

Nach Abwägung der unterschiedlichen Argumente traf die Bundesnetzagentur ihre Bereitstellungsentscheidung, wonach 100 Megahertz (MHz) für lokale Anwendungen zur Verfügung gestellt werden sollten. Diese Entscheidung wurde nachfolgend gerichtlich überprüft. Das BVerwG bestätigte das von der Bundesnetzagentur ausgeübte Ermessen und die diesbezügliche Entscheidung, 100 MHz für lokale und nicht bundesweite Nutzungen zur Verfügung zu stellen. Die Bundesnetzagentur habe damit den weitgesteckten Rahmen des Frequenzplanungsrechts rechtmäßig genutzt.¹⁰

III. Frequenzuteilungen für lokale Frequenznutzungen im Frequenzbereich 3,7 bis 3,8 GHz in Deutschland

1. Antragsverfahren

Seit dem 21. November 2019 können Unternehmen oder Organisationen einen Antrag bei der Bundesnetzagentur auf lokale Frequenznutzung im Frequenzbereich 3,7 bis 3,8 GHz stellen. Die Voraussetzungen für eine Zuteilung sind u. a. ein Frequenznutzungskonzept, eine Bestätigung der Antragsberechtigung (durch Eigentum oder Nutzungsrecht durch Miete) und der Fachkunde sowie eine Betreiberabsprache zur Sicherstellung des störungsfreien Betriebs mit benachbarten Frequenznutzern.¹¹ Der Frequenzuteilungsinhaber ist gehalten, innerhalb eines Jahres das erhaltene Frequenzspektrum zu nutzen. Über 70 % der bisherigen Zuteilungsinhaber setzen die Frequenzen bereits ein.

Eine Frequenzuteilung erfolgt als ganzzahliges Vielfaches von 10-MHz-Blöcken, wobei höchstens 100 MHz im genannten Frequenzband beantragt werden können. Zur Einordnung gilt zu beachten, dass die bundesweit aktiven Mobilfunknetzbetreiber bei der Frequenzauktion 2019 zwischen 50 MHz und 90 MHz ersteigert haben.¹² 80 % der befragten Zuteilungsinhaber von lokalen Frequenzen haben hingegen 100 MHz und somit das maximal mögliche Frequenzspektrum beantragt. Gleichzeitig haben 70 % der Befragten angegeben, der maximal mögliche Umfang an Frequenzen von 100 MHz sei ausreichend. Nur knapp 15 % sehen den Umfang als zu gering an. Hinsichtlich des Umfangs an beantragten Frequenzen gibt es aus Sicht der Antragsteller folglich großes Interesse, möglichst viel Spektrum für möglichst umfassende 5G-Anwendungen zur Verfügung zu haben. Die steigenden Kosten, die mit

zusätzlich beantragter Bandbreite einhergehen, sind demnach anscheinend bislang keine große Hürde.

2. Gebührenformel

Für die Zuteilungsinhaber entstehen Zuteilungsgebühren gemäß § 142 Abs. 1 und 4 TKG entsprechend der FGebV¹³, Frequenznutzungsbeiträge gemäß § 143 Abs. 1 TKG sowie weitere Beiträge zur elektromagnetischen Verträglichkeit und Bereitstellung von Funkanlagen¹⁴. Erstere werden einmalig aufgrund der Zuteilung der Frequenzen erhoben und berechnen sich auf Basis folgender Gebührenformel:¹⁵

$$\text{Gebühr (in Euro)} = 1000 + B \cdot t \cdot 5 \cdot (6a_1 + a_2) \cdot 16$$

Demnach besteht ein Sockelbetrag von 1.000 Euro, der unabhängig von der Bandbreite, Laufzeit oder Nutzung zu zahlen ist. Zusätzlich steigen die Kosten mit zunehmender Bandbreite (B, in MHz), der Laufzeit (t, in Jahren) sowie der Fläche (a, in km²). Die Fläche wird zudem nach Siedlungs- und Verkehrsflächen (a₁) und anderen Flächen (a₂), z. B. landwirtschaftlichen Flächen, unterteilt. Die Nutzung der Frequenzen für Verkehrsflächen (a₁) verursacht sechsmal höhere Kosten, als dies für andere Flächen der Fall ist.¹⁷

Je nach Nutzung fallen die Kosten entsprechend höher aus. Insgesamt wird die Höhe der Zuteilungsgebühr von Unternehmensvertretern gemessen an den Gesamtinvestitionen als vergleichsweise gering eingestuft.

3. Administrativer Aufwand

Neben den Kosten für die Zuteilung von lokalen Frequenzen stellt auch der administrative Aufwand keine Hemmschwelle für die befragten Zuteilungsinhaber dar. 57 % der Befragten stufen den administrativen Aufwand des Antragsprozesses als gering ein, 32 % sind unentschieden und nur 11 % haben diesen als hoch oder sehr hoch empfunden. Dies wird durch den geringen Bedarf an externer Beratung für die Beantragung bestätigt. Mehr als 70 % benötigten keine externe Beratung. Diejenigen, die externe Leistungen in Anspruch genommen haben, benötigten Unterstützung von Netzausrüstern zu technischen Fragen oder Hilfe bei der Funknetzplanung. Besonders deutlich wird der schnelle und reibungslose Antragsprozess anhand der angegebenen Dauer von der Antragstellung bis zur

8 Bundesnetzagentur, Entscheidung v. 26.11.2018 – Az. BK1-17/001 – *Präsidentenkammerentscheidungen III und IV*.

9 Siehe z. B. Vodafone, Stellungnahme zur lokalen und regionalen Bereitstellung des Frequenzbereichs 3.700 MHz bis 3.800 MHz für den drahtlosen Netzzugang, 2018.

10 BVerwG, Urt. v. 24.6.2020 – Az. 6 C 3.19.

11 Siehe zu den Einzelheiten Bundesnetzagentur, Verwaltungsvorschrift für Frequenzuteilungen für lokale Frequenznutzungen im Frequenzbereich 3.700–3.800 MHz (VV Lokales Breitband) v. 19.11.2019.

12 Siehe die Informationsseite zur „Frequenzauktion 2019“ der Bundesnetzagentur, abrufbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/MobilesBreitband/Frequenzauktion/2019/Auktion2019.html (zuletzt abgerufen am 27.8.2021): Demnach haben im Frequenzband 3,6 GHz die Drillisch Netz AG 50 MHz, Telefónica Germany GmbH & Co. OHG 70 MHz und Telekom Deutschland GmbH sowie Vodafone GmbH jeweils 90 MHz ersteigert.

13 Verordnung v. 30.10.2019, BGBl. 2019 I, 1580.

14 Siehe dazu § 31 EMVG und § 35 FuAG. Diese Beiträge werden jährlich neu festgesetzt.

15 Bundesnetzagentur (Fn. 11), VV Lokales Breitband, Anlage 8.

16 Um eine weitere Indikation zur Zuteilungsgebühr zu bekommen, bietet die Technische Universität (TU) Dortmund einen 5G-Campusnetzplaner, mit dem sich in wenigen Schritten die Zuteilungsgebühr für ein Campusnetz bestimmen lässt. Der Campusnetzplaner ist abrufbar unter <https://campusnetzplaner.kn.e-technik.tu-dortmund.de/> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

17 Beispielhaft berechnet sich die Zuteilungsgebühr entsprechend den Parametern für eine Industrie-4.0-Anwendung (70 MHz) mit einer kleinen Fläche (0,5 km²) und kurzen Laufzeit (1 Jahr) wie folgt: $1000 + 70 \cdot 1 \cdot 5 \cdot (6 \cdot 0,5) = 2.050$ Euro.

Zuteilung. 35% der Befragten haben diese mit nur einer Woche angegeben. Bei mehr als der Hälfte der Unternehmen ist die Zuteilung innerhalb von zwei Wochen erfolgt und bei etwa drei Vierteln innerhalb von vier Wochen.

4. Zuteilungsinhaber

In Anbetracht der Leistungsfähigkeit und der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von 5G richtet sich der Blick auf die Sektorenzugehörigkeit der ersten Zuteilungsinhaber. Auf Grundlage der bisherigen Zuteilungen wird eine Einteilung in drei übergeordnete Gruppen ersichtlich.¹⁸ Die größte Gruppe der Antragsteller kommt aus dem Bereich Forschung und Entwicklung (30% der Befragten), gefolgt von Unternehmen aus dem Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) (28%) und einer Vielzahl der „verticals“, die dem Bereich Industrie 4.0 zuzuordnen sind (25%). Damit ist der Anteil der „verticals“ in der Umfrage höher als in der von der Bundesnetzagentur veröffentlichten Liste der Zuteilungsnehmer. „Verticals“ haben demnach ein geringeres Interesse, ihre 5G-Aktivität öffentlich zu machen. Da 5G ihre Wettbewerbsposition verbessern kann, ist diese öffentliche Zurückhaltung nachvollziehbar.¹⁹

Mit 5G wird insbesondere die Schnittstelle zwischen Industrie 4.0 und IKT-Industrie größer, da maßgeschneiderte Lösungen für die Industrie nötig sind. Dies erfordert die Zusammenarbeit von Maschinen- und Sensorikherstellern, IKT-Anbietern und produzierenden Unternehmen. Somit entsteht um den Aufbau von 5G-Campusnetzen ein komplexes Ökosystem aus einer Vielzahl von Akteuren, die zusammenarbeiten müssen, um 5G in den einzelnen Sektoren zum Erfolg zu führen. Es entstehen komplexe Wertschöpfungsnetzwerke, wie es auch in anderen Sektoren zu beobachten ist (z. B. Energie).

Die bisherigen Zuteilungsinhaber spiegeln diese Entwicklung hin zu einem Ökosystem wider. Neben dem IKT-Sektor sind schwerpunktmäßig Unternehmen aus der Elektroindustrie, des Maschinen- und Anlagenbaus und der Automobilindustrie vertreten. Gleichzeitig positionieren sich viele neue Akteure mit neuartigen Geschäftsmodellen auf dem Markt von 5G-Campusnetzen, die beratend beim Aufbau unterstützen oder Testmöglichkeiten für Industrieunternehmen anbieten. Diese können aufgrund der lokalen Frequenznutzungsrechte direkt mit den Unternehmen in Kontakt treten und sind nicht mehr auf eine Zusammenarbeit mit den klassischen Mobilfunknetzbetreibern angewiesen. Dadurch entsteht ein verstärkter Wettbewerb zwischen den unterschiedlichen Akteuren, die in der Lage sind, ein 5G-Campusnetz aufzubauen und Dienstleistungen in diesem Bereich anzubieten.

Insgesamt zeigt die Analyse der Zuteilungsinhaber, dass sich insbesondere Nachfrager aus dem Bereich von Forschung und Entwicklung mit 5G-Campusnetzen befassen. Sie spiegeln wider, dass Anwendungen hinsichtlich ihres Einsatzes in der Praxis noch zu testen sind. Zudem ist der Markteintritt von Unternehmen mit neuen oder erweiterten Geschäftsmodellen zu verzeichnen.²⁰ Nur etwa ein Drittel der Zuteilungsinhaber sind Unternehmen, die Anwendungen mit 5G-Campusnetzen in ihre betrieblichen Abläufe integrieren. Expertengespräche zeigen hier, dass die Anzahl dieser Nachfrager ansteigen wird, wenn vermehrt Machbarkeitsstudien für die unterschiedlichen Sektoren vorliegen und mehr Informationen über wirtschaftliche und technische Aspekte von Campusnetzen veröffentlicht sind.

5. Gründe für eine frühzeitige Beantragung

Da die Standardisierung von 5G noch nicht abgeschlossen ist, wäre eine deutliche Zurückhaltung von Unternehmen hinsichtlich des Einsatzes von 5G kaum überraschend. Jedoch

zeigt sich, dass sich Unternehmen von einer frühzeitigen Beantragung eine Reihe von Vorteilen versprechen:

a) Forschungszwecke

Wie oben ausgeführt, ist der Anteil von Forschungseinrichtungen an den Zuteilungsinhabern zurzeit sehr hoch. Die Gründe für eine frühzeitige Beantragung von Frequenznutzungsrechten liegen hier im Erfahrungsaufbau und Forschungsinteresse zum Betrieb eines 5G-Campusnetzes. Gleichzeitig bieten entsprechende Forschungseinrichtungen häufig niedrigschwellige Angebote für Unternehmen an, mit Versuchslizenzen Produkte und Anwendungen zu testen.

b) Systemintegratoren

Für Systemintegratoren und Beratungsunternehmen aus dem IKT-Sektor bieten eigene lokale 5G-Netze die Möglichkeit, Anwendungen von Kunden zu testen. Dazu werden 5G-Campusnetze oder 5G-Testlabore aufgebaut, um als Lösungsanbieter für die Industrie Erkenntnisse über die technischen Möglichkeiten von 5G zu liefern. Mit diesem Ansatz reagieren diese Unternehmen auch auf die Nachfrage von (kleineren) Industrieunternehmen nach Machbarkeitsstudien.

c) Pilotprojekte in Industrieunternehmen

Eine Reihe von Industrieunternehmen bezweckt mit der frühzeitigen Beantragung lokaler Frequenzzuteilungen die Durchführung von Pilotprojekten in der eigenen Produktionsumgebung. 5G soll unter realen Einsatzbedingungen getestet werden. Häufig wird 5G zunächst nur für eine oder sehr wenige ausgewählte Anwendungen genutzt. Ziel ist es hierbei auch, frühzeitig entsprechendes Know-how im Unternehmen aufzubauen. Im Zusammenhang mit dem Aufbau von Know-how versprechen sich die Unternehmen entsprechende Wettbewerbsvorteile bei der Digitalisierung.

IV. Status quo der Umsetzung von 5G-Campusnetzen in Deutschland

1. Realisierungsformen und Betreibermodelle

Mit der Möglichkeit, lokale Frequenznutzungsrechte zum Aufbau von Netzen zu beantragen, verlieren die Mobilfunknetzbetreiber das Alleinstellungsmerkmal, wonach sie mit Partnerunternehmen Mobilfunknetze aufbauen und betreiben.²¹ Ob damit die öffentlichen Mobilfunknetzbetreiber, wie anfänglich von ihnen befürchtet, überhaupt nicht mehr an der lokalen 5G-Wertschöpfung beteiligt sind, ist aber noch nicht ausgemacht. Lokale, private 5G-Campusnetze können in unterschiedlichen Ausprägungen entstehen.

a) Realisierungsformen

Grundsätzlich sind zahlreiche Realisierungsformen von 5G-Campusnetzen vorstellbar.²² Diese unterscheiden sich in erster Linie über die Realisierung des Funknetzes auf dem jeweiligen Campus. So können sich sämtliche oder nur Teile des

¹⁸ Es sollte berücksichtigt werden, dass die Einteilung auf Basis der 77 Rückmeldungen beruht, d. h. einem Anteil von knapp 60% aller Zuteilungsinhaber entspricht. Die Einteilung in Sektoren kann daher nicht auf Grundlage aller Zuteilungsinhaber erfolgen. Auch die Bundesnetzagentur veröffentlicht nur eine Liste mit Unternehmen und Organisationen, die freiwillig ihre Zuteilung veröffentlichen.

¹⁹ Konkret sind in der veröffentlichten Liste der Frequenzzuteilungsnehmer 24% Forschungseinrichtungen, 27% aus dem IKT-Bereich, 13% Beratungsunternehmen und nur 17% Industrieunternehmen.

²⁰ Z. B. Systemintegratoren, die Dienstleister der Informationstechnologie (IT)- und Telekommunikationsbranche sind und erforderliche Soft- und Hardware bei ihren Kunden implementieren.

²¹ Brown, Private 5G mobile networks for industrial IoT, 2019.

²² Siehe dazu 5G ACIA, White Paper „5G Non-Public Networks for Industrial Scenarios“, 2019, S. 5 ff.; BMWi (Fn. 2). S. 22 ff.; Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), 5G im Maschinen- und Anlagenbau, 2020, S. 32 ff.

5G-Netzes auf dem Campus befinden. Dann kann die Unterscheidung gemacht werden, ob es sich um ein vollständig eigenständiges („Stand-alone“-) 5G-Netz handelt oder ob das Campusnetz auf Basis einer vollständig virtuellen Lösung über ein öffentliches Mobilfunknetz realisiert wird. Je nach Ausprägung müssen dann sämtliche oder nur wenige Netzelemente (z. B. Basisstationen) auf dem Campus aufgebaut werden. Davon wiederum ist abhängig, wie hoch der Grad der Flexibilität und die technischen Leistungsfähigkeiten sind.

Zwischen der vollständig hardwarebasierten und einer fast vollständig virtualisierten Realisierung ist ein Kontinuum weiterer Modelle denkbar, in denen beispielsweise das Funkzugangsnetz gemeinsam genutzt wird, oder eine hybride Form, indem das Kernnetz außerhalb des lokalen Funknetzes errichtet wird.

Von den befragten Zuteilungsinhabern lokaler Frequenzen planen 80 %, ein vollständig eigenständiges 5G-Campusnetz aufzubauen. Für 8 % ist eine hybride Variante vorstellbar. Von einem vollständig autonomen Funknetz versprechen sich die Unternehmen den Vorteil, Daten auf dem eigenen Campus zu halten. Die entsprechende Datensouveränität wird hier als hohes Gut angesehen. Dennoch gibt es auch bei dieser Variante die Möglichkeit einer Kopplung des privaten Netzes mit einem öffentlichen Mobilfunknetz. Dies könnte dann sinnvoll sein, wenn Anwendungen im eigenen privaten Netz durch das öffentliche Mobilfunknetz unterstützt werden müssen. Während für 60 % der Befragten eine derartige Kopplung nicht gewünscht ist, plant rund ein Viertel eine Kopplung. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass für einige Unternehmen die Realisierungsform zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch einer Klärung bedarf oder mehrere Realisierungsformen parallel erprobt werden sollen.

Die drei wichtigsten Faktoren für ein vollständig eigenständiges Netz sind aus Sicht der Unternehmen die Zukunftsfähigkeit, die Skalierbarkeit und die Datensicherheit. Die höheren Investitionen und Betriebskosten dieser Variante werden erst darauffolgend genannt. Eine virtuelle Variante kommt bei anspruchsvollen Anwendungsszenarien mit hohen Latenzanforderungen hingegen schnell an ihre Grenzen, weshalb diese als weniger zukunftsfähig angesehen wird.

Aus Sicht der Nachfrager ist die Technologieneutralität ein wichtiger regulatorischer Aspekt. Eine Festlegung auf 5G wird als nicht zielführend angesehen. Tatsächlich bauen knapp 30 % der Befragten zunächst ein Campusnetz auf Basis von 4G auf. Die Mehrheit setzt trotz aller Unsicherheit hingegen von vornherein auf 5G (60 %). Die Gründe für den Einsatz von 4G liegen jedoch nicht am mangelnden Vertrauen in die Leistungsfähigkeit von 5G. Vielmehr ist die Standardisierung ein Grund, die vor der Standardversion im sog. Release 16 keinen Aufbau eines völlig eigenständigen 5G-Netzes zuließ.²³ Demnach konnte dort zunächst nur ein „Non-Stand-alone“-Netz auf Grundlage eines 4G-Kernnetzes errichtet werden. Weitere Gründe für 4G sind die Verfügbarkeit von Hardware sowie die hohen Preise für 5G-Module. Auf der anderen Seite führen Unternehmen, die sich direkt für einen 5G-Ausbau entschieden haben, an, dass ein Zwischenschritt über 4G nur zusätzlichen Aufwand bedeutet hätte. Insoweit setzen diese Unternehmen von Beginn an auf ein völlig eigenständiges 5G-Netz.

b) Betreibermodelle

Die Frage des Betriebs eines 5G-Campusnetzes hängt direkt mit der gewählten Realisierungsform zusammen. Vollständig virtuelle Lösungen legen die Verantwortung des Betriebs in die Hände des öffentlichen Mobilfunknetzbetreibers. Dennoch greifen auch Unternehmen, die vollständig eigenständige 5G-Campusnetze aufbauen, z. T. für den Betrieb auf Mobilfunknetzbetreiber als Partner zurück. Ein Großteil der

bisherigen Zuteilungsinhaber (58 %) plant hingegen ebenso einen vollständigen Eigenbetrieb. 27 % setzen auf eine Mischform und 7 % auf einen vollständig externen Betrieb.

Für den Betrieb von 5G-Campusnetzen ist eine kontinuierliche Kundenbetreuung erforderlich. Im Zuge dessen positionieren sich derzeit viele Unternehmen mit Geschäftsmodellen für den Aufbau und Betrieb von entsprechenden Netzen am Markt. Neben Systemintegratoren, die bereits länger Dienstleistungen im Mobilfunksektor erbringen, sind dies auch IT-Systemhäuser, die neue Geschäftsfelder für sich entdecken. Die vielen neuen Akteure auf diesem Markt versprechen, den Wettbewerb um den Markt für 5G-Campusnetze zu verstärken. Gleichzeitig stellen sich bei externen Betreibern Haftungsfragen für den Fall, dass Netze und damit Produktion ausfallen. Viele dieser Fragen sind derzeit noch offen.

2. Integration in bestehende Kommunikationsinfrastrukturen

Üblicherweise entsteht ein 5G-Campusnetz heute nicht auf der grünen Wiese, sondern wird in die bestehende Kommunikationsinfrastruktur eines Unternehmens integriert. Diese besteht bereits aus zahlreichen kabelgebundenen (z. B. Glasfaser, „Industrial Ethernet“) und drahtlosen (z. B. WLAN, 2G/3G/4G, Bluetooth, RFID) Technologien, die für vielfältige Anwendungsszenarien eingesetzt werden. Der Großteil der befragten Zuteilungsinhaber setzt die meisten der genannten Technologien ein. WLAN wird von 100 % eingesetzt, bisherige Mobilfunkgenerationen von über 90 %. Besonders WLAN, aber auch „Industrial Ethernet“ haben eine sehr hohe Bedeutung für die bisher bestehenden Anwendungen, weshalb sie auch häufig als Vergleichsmaßstab zu 5G dienen.

Auch wenn 5G eine einheitliche Kommunikationsplattform zu sein verspricht, gehen mehr als 60 % der Befragten nicht davon aus, dass 5G die bisher genutzten Technologien ersetzt. Vielmehr ist 5G als ergänzende Technologie geplant. Wenn etwas ersetzt werden soll, dann „alte“ Mobilfunkgenerationen wie 2G, 3G oder 4G (26 %). WLAN zu ersetzen planen hingegen nur 18 % der Zuteilungsinhaber.

3. 5G-Anwendungen und erforderliche Leistungsparameter

Anwendungen, sog. „Use Cases“, die mit Hilfe von 5G in unterschiedlichen Sektoren potentiell umgesetzt werden können und diskutiert werden, gibt es unzählige.²⁴ Dennoch stellt sich in diesem frühen Aufbaustadium von 5G-Campusnetzen die Frage, welche Anwendungen tatsächlich in der Praxis zeitnah realisiert werden sollen. Der Fokus der nachfolgend diskutierten Anwendungsszenarien der Zuteilungsinhaber liegt auf industriellen Fällen. Für einige Zuteilungsinhaber steht die allgemeine Konnektivität von 5G im Vordergrund, beispielsweise als Alternative für WLAN zur innerbetrieblichen Kommunikation. Gleichzeitig versprechen sich Unternehmen, die Konnektivität außerhalb der Gebäude („outdoor“) zu verbessern. D. h., hierbei geht es nicht um konkrete Anwendungen, sondern um die Verfügbarkeit einer verbesserten Konnektivität. Spezifischer geht es für viele Unternehmen um die Automatisierung der Fertigung und entsprechender Prozesse. Im Fertigungsbereich planen einzelne Zuteilungsinhaber beispielsweise den Einsatz von mobiler Robotik. Bei der Automatisierung

23 Zuständig für die Standardisierung ist das 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Für 5G sind die Releases 15 bis 18 relevant. Mit einem Abschluss von Release 17 wird Mitte 2022 gerechnet. Für Details zum Zeitplan siehe: 3GPP, Pressemitteilung „Release 17 timeline agreed“ v. 14.12.2020.

24 Siehe dazu: 5G ACIA, White Paper „5G for Automation in Industry“, 2019, S. 5 ff.; Gundall u. a., in: 2018 IEEE 23rd international conference on emerging technologies and factory automation (ETFA), Bd. 1, 2018, S. 1401.

von Prozessen steht im Vordergrund, Produktionsanlagen automatisiert zu steuern und Sensoren drahtlos zu vernetzen. Insbesondere der Verzicht auf Kabel zur Herstellung von Konnektivität wird als großer Mehrwert gesehen, weil funktgestützte Konnektivität keine Restriktionen hinsichtlich einer Neupositionierung von Maschinen oder sonstigen Geräten hat. Es ist wenig überraschend, dass Fahrerlose Transportsysteme (FTS) von einem Großteil der Zuteilungsinhaber als wichtigste 5G-Anwendung genannt werden. Insgesamt spielt der Anwendungsbereich der Intralogistik im Zusammenhang mit dem Einsatz von 5G eine herausgehobene Rolle. Auch die Lokalisierung und Positionierung von Produkten sind Anwendungen, die häufig im Zusammenhang mit 5G genannt werden. Allerdings ist auf Basis der jetzigen Standardisierung die Genauigkeit der Positionsbestimmung häufig noch nicht ausreichend. Erst mit der Veröffentlichung von Release 17 werden viele Leistungsanforderungen bei der Intralogistik im 5G-Standard umgesetzt worden sein. Dann dauert es noch ein bis zwei Jahre, bis entsprechende Hardware und Software am Markt verfügbar sind, womit die Anwendungen im Realbetrieb umgesetzt werden können.

Insgesamt muss zum jetzigen Zeitpunkt der Implementierung berücksichtigt werden, dass viele Unternehmen noch bei der Evaluierung der Technologien sowie Definition von möglichen Anwendungsfällen sind. Neben den genannten 5G-Anwendungen gibt es vereinzelt bereits Projekte auf Messegeländen und Flughäfen.²⁵ Gleichzeitig wird dem Einsatz von 5G in der Landwirtschaft perspektivisch eine große Bedeutung zugeschrieben.²⁶

4. Chancen und Hemmnisse für den Aufbau von 5G-Campusnetzen

a) Chancen

Trotz der Rückmeldung, wonach 5G zunächst andere Kommunikationsnetze nicht (vollständig) ablösen wird, sehen die meisten Zuteilungsinhaber perspektivisch in 5G eine einheitliche Kommunikationsplattform. 5G wird als hinreichend leistungsfähig eingestuft, einen Großteil von teilweise technisch sehr unterschiedlichen Anwendungen zu unterstützen. Daher ist zu erwarten, dass sich der Mehrwert von 5G erst mit der zunehmenden Integration von mehreren Anwendungen zeigen wird. Für viele Unternehmen repräsentiert ein 5G-Campusnetz damit eine zukunftsfähige Plattform, die angesichts steigender Nachfrage nach individueller Produktion eine höhere Skalierbarkeit sowie Flexibilität im Produktionsprozess bietet. Kabelgebundene Technologien können im Gegensatz dazu nicht so einfach umgestellt und angepasst werden. Andere bisherige Mobilfunktechnologien sind bei der Integration von Sensoren und Endgeräten begrenzt.

Bei den vielfach beschriebenen und diskutierten Leistungsparametern²⁷ von 5G sticht für viele Zuteilungsinhaber insbesondere die Echtzeitfähigkeit hervor, die sich durch potentiell sehr niedrige Latenzzeiten (< 10 Millisekunden) ausdrückt. Viele Anwendungsszenarien lassen sich heute, einzeln betrachtet, auch mit anderen Kommunikationstechnologien (z. B. 4G oder WLAN) umsetzen. Bei Szenarien hingegen, die sehr niedrige Reaktionszeiten erfordern, wie z. B. Not-Aus-Systeme, ist 5G unabdingbar.

Letztendlich ist angesichts steigender Sicherheitsanforderungen an die Kommunikationsinfrastruktur auch der Aufbau eines privaten 5G-Netzes eine große Chance, die Datensicherheit und Datenhoheit zu erhöhen. Mit einem eigenständigen Campusnetz ist es möglich, dass die Unternehmensdaten komplett auf dem eigenen Campus verbleiben. Daher ist für viele Unternehmen auch die Unabhängigkeit von Mobilfunknetzbetreibern und vom öffentlichen Mobilfunknetz von derart entscheidender

Bedeutung. Überhaupt die Möglichkeit zu haben, unabhängig von einem öffentlichen Mobilfunknetzbetreiber lokale Frequenzzuteilungen zu beantragen, hat zudem dazu geführt, dass ein großer Wettbewerb um Angebote von 5G-Campusnetzen entstanden ist. Die Auswertung der Zuteilungsinhaber hat gezeigt, dass sich viele Systemintegratoren und Beratungsunternehmen am Markt positionieren, um über 5G-Testfelder Angebote zu schaffen. Diese Wettbewerbssituation wäre eine andere, wenn Unternehmen sich nur direkt an öffentliche Mobilfunknetzbetreiber hätten wenden können, um deren Angebote oder Frequenzen lokal zu nutzen. Die Vielfalt an Geschäftsmodellen wird den Wettbewerb weiter ankurbeln und die Eintrittshürden für Unternehmen beim Aufbau von Campusnetzen weiter senken. Diese Entwicklung ist insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) entscheidend, da ihnen bisherige Angebote am Markt häufig noch zu kostenintensiv sind, was eine zentrale Hürde beim Aufbau eines Campusnetzes darstellt.

b) Hemmnisse

Neben den Chancen bestehen parallel Hemmnisse, die Unternehmen davon abhalten können, ein 5G-Campusnetz aufzubauen. Ein grundsätzliches Problem ist nach wie vor die Herausforderung, den Mehrwert von 5G auf Basis von Anwendungen überhaupt zu quantifizieren. Da die Wirtschaftlichkeit aber mindestens mittelfristig für 5G-Anwendungen gegeben sein muss, zögern Entscheidungsträger in Unternehmen z. T. noch bei der Umsetzung von Campusnetzen. Die Kosten²⁸ für 5G-Konnektivität werden von den meisten der befragten Unternehmen als größtes Hemmnis angesehen. Insbesondere die Kosten der 5G-Hardware werden für viele Unternehmen noch als zu hoch für den erwarteten Mehrwert eingeschätzt. Unabhängig von den Kosten gibt es z. T. eine nur unzureichende Verfügbarkeit von 5G-fähiger Soft- und Hardware. Zudem sind nach wie vor viele Unternehmen unsicher über die konkrete Umsetzung entsprechender Campusnetze. Als ein Unsicherheitsfaktor wird die Frage gesehen, wie die Verantwortung zwischen Unternehmen und Betreiber verteilt ist, falls es zu einem Ausfall des Netzes kommen sollte.

Für kleine und mittlere Unternehmen treten die genannten Probleme noch verstärkt auf, da sie in der Regel nicht über finanzielle und personelle Kapazitäten verfügen, um Pilotprojekte durchzuführen. Für kleinere und spezialisierte Unternehmen ist zudem die Anzahl an 5G-Anwendungen begrenzt, so dass sich die Implementierung eines komplexen und teuren Campusnetzes voraussichtlich erst mit einer höheren Marktdurchdringung darstellen lässt. Ferner brauchen gerade diese Unternehmen Komponenten, die umfangreich erprobt sind, Serienreife haben und ohne großen Aufwand in die bestehende Infrastruktur implementiert werden können. Um 5G-Campusnetze zu einem Erfolg zu führen, ist es folglich besonders relevant, für diese Unternehmen die Eintrittshürden zu senken und einfache Lösungen zu ermöglichen, die nicht mit hohen monatlich auftretenden Kosten verbunden sind. Aufgrund der Unsicherheit in dieser frühen Phase werden kleine und mittlere Unternehmen häufig nur unter Randbedingung einer staatlichen Förderung aktiv.

25 So sind u. a. die Deutsche Messe AG, die Koelnmesse GmbH und die Flughafen Köln/Bonn GmbH Zuteilungsinhaber von lokalen Frequenzen.

26 Siehe zu entsprechenden Anwendungsszenarien *Franken/Wissner/Sörries*, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 451, 2019, S. 30 ff.

27 Siehe dazu: Internationale Fernmeldeunion (International Telecommunication Union, ITU), IMT-2020 Background, 2016, abrufbar unter: <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Documents/060R1e.pdf> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

28 Die Kosten in diesem Kontext beziehen sich auf den Aufbau der Infrastruktur für 5G-fähige Hardware und Software und nicht auf die Kosten für die Zuteilung der lokalen Frequenz.

V. Regulatorische Vorgaben zur Vergabe von lokalen Frequenzen im internationalen Vergleich

Bei der Bereitstellung von lokalen Frequenzen durch Regulierungsbehörden, z. B. zum Aufbau von 5G-Campusnetzen, bestehen im internationalen Vergleich große Unterschiede.

In Finnland gibt es zwar ebenso die Möglichkeit, Frequenzspektrum zum Aufbau lokaler 4G- und 5G-Campusnetze zu beantragen. Beispielsweise ist dies zur Vernetzung von Fabrikanlagen, Häfen oder Kraftwerken vorgesehen. Allerdings stehen dazu nur 20 MHz im Frequenzband 2,3 bis 2,32 GHz sowie der Frequenzbereich 24,25 bis 25,1 GHz zur Verfügung.²⁹ Bislang wurden in beiden Frequenzbändern zusammen 19 lokale Lizenzen vergeben, sieben davon alleine an Standorte von Nokia.³⁰

In Frankreich besteht für Unternehmen nicht die Möglichkeit, unabhängig von Mobilfunknetzbetreibern Frequenzen zur lokalen Nutzung zu beantragen. Allerdings haben sich die öffentlichen Mobilfunknetzbetreiber im Rahmen der Frequenzvergabe im Bereich von 3,4 bis 3,8 GHz freiwillig zur Bereitstellung von lokaler Mobilfunkversorgung für Unternehmen verpflichtet. Unternehmen können demnach bei den Mobilfunknetzbetreibern anfragen, wenn sie Frequenzen in diesem Band für ein Campusnetz nutzen möchten. Die Mobilfunknetzbetreiber sind dann verpflichtet, bei angemessenen Anfragen eine Versorgung oder die Frequenzen dem Unternehmen lokal zur Verfügung zu stellen.³¹

In Großbritannien sind gleich drei Frequenzbänder, 1,8 GHz, 2,3 GHz und 3,8 bis 4,2 GHz, zur gemeinsamen Nutzung von lokalen Zuteilungsinhabern vorgesehen. Eine gemeinsame Nutzung bedeutet, dass auch andere Nutzertypen (z. B. Satellitenstationen) bereits Zugriff auf den Frequenzbereich haben. Die Nutzung wird daher zwischen den Nutzertypen durch Ofcom koordiniert und geprüft, ob eine weitere lokale Nutzung möglich ist. Für 5G-Dienste, das Internet der Dinge („Internet of Things“, IoT) sowie festen Drahtloszugang („Fixed Wireless Access“, FWA) ist der Frequenzbereich 3,8 bis 4,2 GHz angeordnet. Frequenzen werden nach dem Windhundprinzip („first come, first serve“) vergeben. Zudem ist pro 10 MHz eine jährliche Gebühr je nach gewählter Variante³² zu entrichten. Ähnlich wie bei den 5G-Campusnetzen in Deutschland dürfen auch in Großbritannien die Frequenzen zur lokalen Nutzung nicht für die Bereitstellung einer nationalen Mobilfunkversorgung verwendet werden.³³

Für den äquivalenten Frequenzbereich von 3,8 bis 4,2 GHz gibt es zudem in Belgien eine Konsultation der Regulierungsbehörde, um lokale 4G- und 5G-Netze zu ermöglichen.³⁴ In Luxemburg ist, wie in Deutschland, das Spektrum von 3,7 bis 3,8 GHz zur Nutzung von lokalen Anwendungen vorgesehen.³⁵ Eine finale Regelung gibt es dazu hingegen noch nicht. In den Niederlanden ist die Frequenzauktion zur Vergabe der Frequenzen im Bereich von 3,4 bis 3,8 GHz erst 2022 geplant. Bislang werden diese Frequenzen für die Satellitenkommunikation verwendet. Im Rahmen dieser Vergabe sind auch 100 MHz zur lokalen Nutzung vorgesehen. Der Frequenzbereich zwischen 3,4 GHz und 3,45 GHz wird voraussichtlich ab September 2022 zur lokalen Nutzung verfügbar, weitere 50 MHz ab 3,75 GHz hingegen erst ab 2026.³⁶ Die schwedische Post- und Telekommunikationsbehörde, das Schwedische Amt für Post und Telekommunikation (Post- och telestyrelsen, PTS), plant die Vergabe von 80 MHz ab 3,72 GHz sowie von Spektrum im Millimeterwellenbereich. Erste Genehmigungen sollen im Laufe des Jahres 2021 erteilt werden. Zweck der Erteilung lokaler Lizenzrechte ist, Anwendungen in Industrie, Bergbau, Häfen, Lagerhäusern und Krankenhäusern zu ermöglichen.³⁷

Außereuropäisch hat die Regulierungsbehörde in den Vereinigten Staaten von Amerika, die Bundeskommunikationskommission (Federal Communications Commission, FCC), mit

der Einrichtung des CBRS³⁸ Vorgaben zur gemeinsamen Nutzung des 3,5-GHz-Bandes erlassen. Der CBRS sieht drei Nutzungsformen vor, die über ein automatisiertes Frequenzverwaltungssystem koordiniert werden. Neben dem etablierten Zugang („Incumbent Access“) und dem allgemein genehmigten Zugang („General Authorized Access“, GAA) sind die Lizenzen für prioritären Zugang („Priority Access Licenses“, PAL) u. a. für die Förderung von 5G und dem Internet der Dinge (IoT) vorgesehen.³⁹ Insgesamt wurden in der PAL-Auktion im August 2020 mehr als 20 000 Lizenzen versteigert. Diese wurden auf einer Art Landkreisebene vergeben, wobei jede Lizenz 10 MHz umfasst und pro Zuteilungsinhaber maximal vier Lizenzen erworben werden konnten, d. h. höchstens 40 MHz. Die Zuteilungsdauer ist zunächst auf zehn Jahre festgelegt, kann aber bei Bedarf verlängert werden.⁴⁰

Insgesamt hat die Bundesnetzagentur mit der frühen Vergabe der lokalen Frequenzen ein Beispiel für andere Länder in Europa gesetzt. Deutschland nimmt in diesem Vergleich eine Vorreiterrolle ein. In kaum einem anderen Land haben Unternehmen und Organisationen bereits seit 2019 die Möglichkeit, derart flexibel, kostengünstig und umfangreich Frequenzspektrum zu beantragen. In den meisten anderen europäischen Ländern gibt es bislang kein vergleichbares Angebot für Unternehmen und Organisationen. In denjenigen Ländern, die ebenfalls lokale Frequenzen zur Verfügung stellen, können diese häufig erst seit kurzem oder erst in Kürze beantragt werden. Zudem sind der Umfang sowie die Flexibilität bei der Beantragung häufig nicht vergleichbar.

29 Siehe die Informationsseite „Local 4G/5G networks“ der finnischen Regulierungsbehörde für Verkehr und Kommunikation (Traficom), abrufbar unter <https://www.traficom.fi/en/communications/communications-networks/local-4g5g-networks> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

30 Siehe die Traficom-Informationsseite „Existing radio licenses in the frequency bands 2300–2320 MHz and 24.25–25.1 GHz“, abrufbar unter <https://www.traficom.fi/en/communications/communications-networks/existing-radio-licenses-frequency-bands-2300-2320-mhz-and> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

31 Siehe die Informationsseite „5G“ der französischen Regulierungsbehörde für elektronische Kommunikation und Post (Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes, ARCEP), abrufbar unter <https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/5g-17.html> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

32 Eine Lizenz kann entweder für ein kreisförmiges Gebiet von 50 m mit geringer Leistung (ohne Genehmigung möglich) oder für eine Lizenz für mittlere Leistung (Lizenz pro Basisstation) beantragt werden.

33 Office of Communications (Ofcom), Enabling wireless innovation through local licensing, 2019, S. 22, abrufbar unter https://www.ofcom.gov.uk/_data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

34 Belgisches Institut für Postdienste und Telekommunikation (Belgisches Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie, BIPT), Raadpleging op verzoek van de minister bevoegd voor telecommunicatie betreffende een voorontwerp van wet en drie ontwerpen van koninklijk besluit, met betrekking tot mobiele netwerken, 2019, abrufbar über <https://www.bipt.be/operators/publication/consultation-at-the-request-of-the-minister-of-telecommunications-regarding-a-draft-bill-and-three-draft-royal-decrees-regarding-mobile-networks> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

35 European 5G Observatory, 5G Observatory Quarterly Report 11, 2021, S. 95.

36 European 5G Observatory (Fn. 35), S. 97.

37 Siehe die PTS-Informationsseite „Consultation regarding conditions for local 5G licences“, abrufbar unter <https://www.pts.se/en/news/radio/2021/consultation-regarding-conditions-for-local-5g-licences/> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

38 CBRS bedeutet „Citizens Broadband Radio Service“ und umfasst insgesamt den Frequenzbereich von 3550–3700 MHz.

39 Siehe die FCC-Informationsseite „3.5 GHz Band Overview“, abrufbar unter <https://www.fcc.gov/35-ghz-band-overview> (zuletzt abgerufen am: 27.8.2021).

40 Siehe die FCC-Informationsseite „Auction 105: 3.5 GHz Band“, abrufbar unter <https://www.fcc.gov/auction/105> (zuletzt abgerufen am 27.8.2021).

VI. Fazit und Ausblick

Deutschland nimmt bei der Vergabe lokaler Frequenzen zum Aufbau von 5G-Campusnetzen im internationalen Vergleich eine Vorreiterrolle ein. Aus frequenzregulatorischer Sicht gibt es bisher keine andere internationale Initiative, die nach Umfang und Flexibilität mit dem hier vorgestellten deutschen Ansatz vergleichbar ist.

Mit der Bereitstellung lokaler Frequenznutzungsrechte wird der Wettbewerb um Angebote und Dienstleistungen rund um Campusnetze zunehmen, weil neue Anbieter in den Markt eintreten. Die aktuelle Anzahl an Frequenzteilungen zeigt, dass sich die Entwicklung nach wie vor in einem frühen Stadium befindet. Rückfragen bei Forschungseinrichtungen hinsichtlich der Durchführung von Tests zeigen jedoch, dass über alle Unternehmensgrößen hinweg die Nachfrage weiter zunimmt. Mit der weiteren Standardisierung von 5G wird die Verfügbarkeit von 5G-fähigen Geräten weiter zunehmen, womit die Attraktivität von 5G steigen wird. Insgesamt wird die

Entwicklung dann maßgeblich von den Kosten einer 5G-Realisierung abhängen.

Um 5G-Campusnetze zu einem Erfolg zu führen und mehr Projekte zu realisieren, wird entscheidend sein, dass sich in den jeweiligen Sektoren ein großes Ökosystem entwickelt, das von vielen Anbietern getragen wird. Machbarkeitsstudien von 5G, die Aussagen über die Realisierung eines Campusnetzes für viele Unternehmen beinhalten, können zur Entwicklung eines solchen Ökosystems beitragen.

Hinsichtlich der Frequenzregulierung wäre zu diskutieren, wie im gemeinsamen Binnenmarkt gerade für Unternehmen mit Standorten in mehreren Ländern eine Angleichung der Rahmenbedingungen für Campusnetze realisiert werden könnte. Auch wenn erste Fachdiskussionen zeigen, dass eine Vereinheitlichung von Rahmenbedingungen mit großen Herausforderungen verbunden ist, bestünden doch gerade für europaweit agierende Unternehmen Vorteile, wenn Campusnetze beispielsweise an allen Produktionsstätten in gleicher Art und Weise aufgebaut und betrieben werden könnten.

Prof. Dr. Jürgen Kühling und Kim-Ines Meier*

Die Novelle des ERegG im Zeichen der Verkehrswende

Zum Ende der vergangenen Legislaturperiode ist es trotz weiterreichender Vorschläge nur zu einer kleinen Novelle des ERegG gekommen. Die vorgenommenen Änderungen sind ein erster Schritt zur Schaffung eines effizienteren Regulierungsrahmens und als solche in Teilen zu begrüßen, greifen aber nicht weit genug. Die Monopolkommission hat im Juli 2021 ihr 8. Sektorgutachten zum Eisenbahnmarkt vorgelegt, das sich u. a. mit den verbleibenden Reformbedürfnissen des ERegG befasst. Diese werden im Folgenden dargelegt und erläutert, in der Hoffnung, dass sie Eingang in die in der kommenden Legislaturperiode dringend erforderlichen großen Novelle des ERegG finden. Dabei hat die Monopolkommission auch Vorschläge entwickelt, wie das ökologisch induzierte Ziel der Verkehrswende, mehr Verkehr auf die Schiene zu verlagern, erreicht werden kann.

I. Einführung

Das Ziel des ERegG ist es, den Wettbewerb auf den Schienenverkehrsmärkten zu stärken, ihn fair auszugestalten und potentiellen Diskriminierungen von Eisenbahnverkehrsunternehmen vorzubeugen. Im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) verfügen Wettbewerber der Deutschen Bahn (DB) AG nach wie vor nur über einen marginalen Marktanteil von unter einem Prozent. Und auch im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) sowie im Schienengüterverkehr (SGV) sind die wettbewerblichen Erfolge der vergangenen Jahre im Zuge der Corona-Krise gefährdet. Zudem ist eine Verbesserung im intermodalen Wettbewerb wichtig, um das in § 3 Nr. 1 ERegG vorgegebene Regulierungsziel der „Steigerung des Anteils des schienengebundenen Personen- und Güterverkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen“ zu erreichen. Dieses ist gerade vor dem Hintergrund der ökologisch indizierten Verkehrswende von großer Bedeutung.

Um den Wettbewerb im Eisenbahnsektor nachhaltig zu gewährleisten, hat die Monopolkommission in den vergangenen Jahren eine Reihe von grundlegenden Änderungen empfohlen. Dazu gehört die Separierung der Eisenbahninfrastruktur von den im Wettbewerb stehenden Gesellschaften des DB-Konzerns.¹ Dadurch können systematische Fehlanreize des

Schiennetzbetreibers verhindert werden. Erst jüngst haben sich in der Corona-Krise und der Diskussion um die Eigenkapitalerhöhung bei der DB AG² wieder einmal die Probleme der vertikalen Integration gezeigt. Insgesamt hat der starke Rückgang des Eisenbahnverkehrs im Pandemiejahr 2020 eine negative Entwicklung des intra- und intermodalen Wettbewerbs bedingt. Es ist daher umso wichtiger, in der kommenden Legislaturperiode die Weichen für eine sinnvolle Reform des ERegG zu stellen. Bisher sind zentrale Ziele des ERegG nicht erreicht worden (dazu sogleich, unter II.) und auch die Weiterentwicklung des ERegG zum Ende der letzten Legislaturperiode war insoweit nicht ambitioniert genug (dazu unten, unter III.). Daher hat die Monopolkommission im Rahmen ihres im Juli 2021 veröffentlichten 8. Sektorgutachtens Bahn eine Reihe von Vorschlägen vorgelegt, die sich auf alle Aspekte der Regulierungstrias³ – bestehend aus Zugangs-, Entgelt- und Separierungsregulierung – beziehen.⁴ Im folgenden Beitrag sollen die

* Der Autor Kühling ist Vorsitzender der Monopolkommission, die Autorin Meier Analystin dort. Der Beitrag gibt in weiten Teilen die Ergebnisse des 4. Kapitels des im Juli 2021 veröffentlichten 8. Sektorgutachtens Bahn der Monopolkommission gemäß § 78 ERegG mit dem Titel „Wettbewerb in den Takt!“ wieder. Das Gutachten ist abrufbar unter https://www.monopolkommission.de/images/PDF/SG/8sg_bahn_volltext.pdf (zuletzt abgerufen am 16.9.2021).

- 1 Monopolkommission, 7. Sektorgutachten Bahn, BT-Drs. 19/12300, 1, 22 ff. Tz. 19 ff.
- 2 Dazu ausführlich Monopolkommission, 8. Sektorgutachten Bahn, 2021, Kap. 1 und 2.
- 3 Grundlegend Kühling, Sektorspezifische Regulierung in den Netzwirtschaften, 2004, S. 182 ff.
- 4 Zu den aktuellen insbesondere pandemiebedingten Entwicklungen in den Eisenbahnverkehrsmärkten einschließlich der Risiken der jüngsten Eigenkapitalerhöhungen beim DB-Konzern sowie zu den Vorschlägen im Bereich der Separierung siehe Monopolkommission (Fn. 2), Kap. 1, 2 und 3, sowie Kühling/Weck, WuW 2021 (im Erscheinen) und Kühling/Gremm, Wirtschaftsdienst 2022 (in Vorbereitung); zu den spezifischen wettbewerblichen Aspekten beim Deutschlandtakt siehe Monopolkommission (Fn. 2), Kap. 5, und Kühling/Greer, Wirtschaftsdienst 2022 (in Vorbereitung); zum Ziel eines chancengleichen Wettbewerbs in den Bereichen Tarifierung, Vertrieb und Fahrzeugbeschaffung siehe darüber hinaus Monopolkommission (Fn. 2), Kap. 6.