

Infrastruktur-Sharing und 5G: Anforderungen an Regulierung, neue wettbewerbliche Konstellationen

Autoren:

Lorenz Nett
Bernd Sörries

Bad Honnef, Juli 2019

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
E-Mail: info@wik.org
www.wik.org

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

ISSN 1865-8997

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	V
Summary	VI
1 Einleitung	1
2 Nachfrage nach Massenmarktprodukten und nach 5G-Diensten	2
2.1 Entwicklung der Nachfrage	3
2.1.1 Endogene Faktoren: bisherige und künftige Endkundennachfrage	3
2.1.2 Exogene Faktoren: Versorgungsauflagen und Flächendeckung	6
3 Mobilfunkinfrastruktur in Deutschland	8
3.1 Mobilfunknetz der Telekom Deutschland	8
3.2 Mobilfunknetz der Telefónica O2 Deutschland	9
3.3 Mobilfunknetz der Vodafone Deutschland	10
3.4 Zwischenfazit	10
3.5 Impulse von 5G: 5G als Treiber von Infrastruktur-Sharing?	11
3.5.1 Marktbezogene Aspekte	11
3.5.2 Technische Aspekte	12
3.5.3 Zwischenfazit	14
4 Faktische Möglichkeiten der gemeinsamen Netznutzung mit Blick auf 5G	15
4.1 Gemeinsame Nutzung von passiven Netzelementen (passives Sharing)	15
4.2 Gemeinsame Nutzung von aktiven Netzelementen (aktives Sharing)	15
4.3 Nationales Roaming	17
4.4 Frequenzpooling	17
4.5 Virtualisierung von Netzwerkfunktionen	18
5 Infrastruktur-Sharing in der EU und positive und negative Implikationen	19
5.1 Network-Sharing in den EU-Mitgliedsstaaten in der Vergangenheit	19
5.2 Positive Implikationen: Netzkosteneinsparpotentiale	21
5.3 Negative regulatorische Implikationen von Infrastruktur-Sharing	22

6	Wesentliche regulierungsökonomische Aspekte mit Blick auf Infrastruktur-Sharing	23
6.1	Möglichkeiten der Auferlegung von Verpflichtungen zur gemeinsamen Nutzung von Netzinfrastuktur	23
6.1.1	Instrumente	23
6.1.2	Einige bisherige Erfahrungen und Vorgehensweisen in europäischen Ländern	24
6.1.3	Möglichkeit der Auferlegung von Verpflichtungen zur gemeinsamen Netznutzung nach dem European Electronic Communication Code (EECC)	25
6.2	Vertragliche Vereinbarungen	27
7	Neue Initiativen bzw. Möglichkeiten mit Blick auf 5G-Network-Sharing in ausgewählten Ländern	27
7.1	Infrastruktur-Sharing in Schweden	27
7.2	Ein neuer Ansatz der gemeinsamen Frequenznutzung aus den Vereinigten Staaten von Amerika	31
7.3	5G-Infrastruktur-Sharing in Österreich	32
7.3.1	Grundsätze für Infrastruktur-Sharing im Mobilfunkbereich gemäß dem Positionspapier der TKK	33
7.3.2	Bestimmungen über Infrastruktur-Sharing im Rahmen der Vergabe von 3,6 GHz-Frequenzen	35
7.4	5G-Infrastruktur-Sharing in Großbritannien	38
8	5G und Infrastruktur-Sharing: zusammenfassende Betrachtung, Stand und Perspektiven	41
9	Fazit mit Blick auf Deutschland	46

Abbildungen

Abbildung 1:	Entwicklung des Datenvolumens im Mobilfunk in Deutschland	4
Abbildung 2:	Außenumsätze im deutschen Mobilfunkmarkt	5
Abbildung 3:	Öffentliche und private, flächendeckende und lokale 5G-Netze	12
Abbildung 4:	Network-Slicing mit Blick auf Industrie 4.0	14
Abbildung 5:	Ausgestaltungen des Sharings und der gemeinsamen Nutzung von Netzelementen	16
Abbildung 6:	MOCN-Sharing-Konfiguration	18
Abbildung 7:	Marktstrukturen, Kooperationen und Network-Sharing im schwedischen Markt	29

Tabellen

Tabelle 1:	Sharing aktiver Elemente mit gemeinsamer Netzentwicklung	20
Tabelle 2:	Marktkennzeichen in Schweden	30
Tabelle 3:	Positive und negative Aspekte von Infrastruktur-Sharing	47

Zusammenfassung

Mit dem neuen Mobilfunkstandard 5G entsteht ein neues Eco-System für vielfältige Breitbanddienste. In der Vergangenheit wurden die Frequenzen für den drahtlosen Netzzugang („Mobilfunkfrequenzen“) vornehmlich für das Angebot von Massenmarktdiensten genutzt. Die funktionalen und technischen Eigenschaften von 5G ermöglichen nun jedoch die Erschließung neuer Geschäftsfelder abseits des Massenmarktes. Aufgrund der funktechnischen Eigenschaften von 5G können qualitativ hochwertige Dienste mit Blick auf Latenzzeit, Datenübertragungsraten, Zuverlässigkeit (Reliability) etc. generiert werden. 5G wird somit für eine Reihe von Geschäftskunden aus verschiedensten Sektoren der Volkswirtschaft interessant, in denen 5G für mobile Machine-to-Machine-Kommunikationen und auch für kritische mobile Kommunikationen genutzt werden kann. Einige 5G-Anwendungen erfordern dabei eine flächendeckende Versorgung und Verfügbarkeit von adäquaten 5G-Netzen.

Im Ergebnis ist mit einer zunehmenden Verdichtung von Sendeanlagen zu rechnen. Der Blick auf die Umsatzentwicklung im Mobilfunk zeigt jedoch, dass diese seit Jahren stagniert, so dass die Mobilfunknetzbetreiber zur Refinanzierung der zu erwartenden Investitionen entweder neue Erlösquellen erschließen und / oder die Kosten des Netzausbaus senken müssen. Daraus folgt die Prognose, dass das Infrastruktur-Sharing über die gemeinsame Nutzung von passiven Elementen an Bedeutung in Deutschland gewinnen wird. Es wird sogar diskutiert, ob neben den Möglichkeiten von freiwilligem Infrastruktur-Sharing auch eine verpflichtende Mitnutzung von Netzelementen treten könnte, um beispielsweise in unterversorgten Gebieten oder in Räumen, in denen eine Duplizierung von Infrastrukturen de facto unmöglich ist, die Versorgung mit mobilen, hochqualitativen Datendiensten zu verbessern. Auch könnte eine solche Mitnutzung in Gebieten, in denen die Zahl der Nutzer so gering ist, dass mehrere parallele Infrastrukturen nicht ausgelastet werden, zu einer erheblichen Kostensenkung und Entlastung des wirtschaftlichen Drucks auf die Mobilfunknetzbetreiber beitragen.

In der vorliegenden Studie wird die Thematik des Infrastruktur-Sharings aus verschiedenen Perspektiven (technisch, wirtschaftlich, regulierungsökonomisch) betrachtet und diskutiert. Nachfrage nach mobilen Breitbanddiensten und daraus resultierenden Umsatzpotentiale, begründen betriebswirtschaftlich Investitionen in neue Infrastrukturen. Hierbei gilt es herauszufinden, welche Faktoren den Ausbau der Mobilfunknetze und mithin ein Infrastruktur-Sharing beeinflussen. Danach rücken theoretische Ansätze des Infrastruktur-Sharings in den Mittelpunkt der Betrachtung. In diesem Zusammenhang werden auch wesentliche regulierungsökonomische Aspekte mit Blick auf Infrastruktur-Sharing beleuchtet. Darauf basierend wird das Infrastruktur-Sharing in ausgewählten Ländern (Schweden, Österreich und Großbritannien) betrachtet. Schlussendlich rücken die konkreten Potentiale des Infrastruktur-Sharings in Deutschland in den Fokus. Der Beitrag schließt mit einem Fazit. Hier kann festgehalten werden, dass passives Infrastruktur-Sharing weit verbreitet ist und regulatorisch unbedenklich scheint. Eine Verpflichtung zu aktivem Sharing erscheint konterproduktiv.

Summary

With the new 5G mobile communications standard, a new eco-system for a wide range of broadband services is being created. In the past, the frequencies for wireless network access ("mobile radio frequencies") were primarily used to offer mass market services. However, the functional and technical features of 5G now allow the development of new business areas outside the mass market. Due to the radio characteristics of 5G, high-quality services can be generated with regard to latency time, data transmission rates, reliability, etc. The 5G service is also available in the form of a high quality service. 5G thus becomes interesting for a number of business customers from various sectors of the economy in which 5G can be used for mobile machine-to-machine communications and also for critical mobile communications. Some 5G applications require nationwide coverage and availability of adequate 5G networks.

As a result, an increasing density of transmission sites can be expected. However, a view of the sales development in mobile communications shows that this has been stagnating for years, so that mobile network operators will either have to identify new sources of revenue and/or reduce the costs of network expansion in order to refinance the expected investments. This leads to the forecast that infrastructure sharing will gain in importance in Germany through the joint use of passive and possibly also active elements. There is even discussion as to whether, in addition to the possibilities of voluntary infrastructure sharing, mandatory sharing of network elements could also take place, for example in order to improve the supply of mobile, high-quality data services in underserved areas or in areas where it is de facto impossible to duplicate infrastructures. Such shared use in areas where the number of users is so low that several parallel infrastructures are not used to capacity could also contribute to a considerable reduction in costs and relieve the economic pressure on mobile network operators.

In this study, the topic of infrastructure sharing will be considered and discussed from different perspectives (technical, economic, regulatory). First of all, we will deal with the demand for mobile broadband services and the resulting revenue potentials, since investments in new infrastructures have to be justified from a business point of view. The aim here is to find out which factors influence the roll-out of mobile networks and thus infrastructure sharing. Thereafter, theoretical approaches to infrastructure sharing will become the focus of attention. In this context, the main regulatory and business aspects of infrastructure sharing are also examined. On this basis, infrastructure sharing in selected countries (Sweden, Austria and Great Britain) will be examined. Finally, the concrete potentials of infrastructure sharing in Germany come into focus. The paper ends with a conclusion. It can be noted that passive infrastructure sharing is widespread and seems unproblematic from a regulatory point of view. A mandatory active sharing requirement seems counterproductive.

1 Einleitung

Die Nachfrage nach mobilen Diensten ist weiterhin ungebrochen. Die Datenvolumina, die über die öffentlichen Mobilfunknetze abgewickelt werden, lasten immer mehr Kapazitäten in den Mobilfunknetzen aus, so dass die Netzinfrastrukturen weiter ausgebaut werden müssen. Parallel zur wachsenden Nachfrage sind Versorgungsverpflichtungen zu sehen, die im Zuge von Frequenzvergaben den Frequenzzuteilungsnehmern auferlegt wurden bzw. werden, die wiederum auch einen weiteren Ausbau der Mobilfunknetze erfordern werden. Mit dem neuen Mobilfunkstandard 5G entsteht zudem ein neues Eco-System für vielfältige Breitbanddienste. In der Vergangenheit wurden die Frequenzen für den drahtlosen Netzzugang („Mobilfunkfrequenzen“) vornehmlich für das Angebot von Massenmarktdiensten genutzt. Die funktionalen und technischen Eigenschaften von 5G ermöglichen nun jedoch die Erschließung neuer Geschäftsfelder abseits des Massenmarktes. Aufgrund der funktechnischen Eigenschaften von 5G können qualitativ hochwertige Dienste mit Blick auf Latenzzeit, Datenübertragungsraten, Zuverlässigkeit (Reliability) etc. generiert werden. 5G wird somit für eine Reihe von Geschäftskunden aus verschiedensten Sektoren der Volkswirtschaft interessant, in denen 5G für mobile Machine-to-Machine-Kommunikationen und auch für kritische mobile Kommunikationen genutzt werden kann. Einige 5G-Anwendungen erfordern dabei eine flächendeckende Versorgung und Verfügbarkeit von adäquaten Netzen.

Im Ergebnis ist mit einer zunehmenden Verdichtung von Sendeanlagen zu rechnen. Der Blick auf die Umsatzentwicklung im Mobilfunk zeigt jedoch, dass diese seit Jahren stagniert, so dass die Mobilfunknetzbetreiber zur Refinanzierung der zu erwartenden Investitionen entweder neue Erlösquellen erschließen und / oder die Kosten des Netzausbaus senken müssen. Daraus folgt die Prognose, dass das Infrastruktur-Sharing über die gemeinsame Nutzung von passiven Elementen an Bedeutung in Deutschland gewinnen wird. Es wird sogar diskutiert, ob neben den Möglichkeiten von freiwilligem Infrastruktur-Sharing auch eine verpflichtende Mitnutzung von Netzelementen treten könnte, um beispielsweise in unterversorgten oder in Räumen, in denen eine Duplizierung von Infrastrukturen de facto unmöglich ist, die Versorgung mit mobilen, hochqualitativen Datendiensten zu verbessern. Auch könnte eine solche Mitnutzung in Gebieten, in denen die Zahl der Nutzer so gering ist, dass mehrere parallele Infrastrukturen nicht ausgelastet werden, zu einer erheblichen Kostensenkung und Entlastung des wirtschaftlichen Drucks auf die Mobilfunknetzbetreiber beitragen. (In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass eine neue Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft (MIG) des Bundes für den Bau von Mobilfunkmasten in unversorgten Regionen gegründet werden soll.¹ Hierbei ist davon auszugehen, dass derartige Standorte von Mobilfunknetzbetreibern gemeinsam genutzt werden können.) Der neue europäische Rechtsrahmen (European Electronic Communications Code (EECC)) beinhaltet diesbezüglich Regelungen (insbesondere Art. 61 Abs. 4 EECC). Die Vorgaben des Kodex müssen gemäß Art. 124

¹ <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Union-und-SPD-einig-bei-Mobilfunk-Infrastrukturgesellschaft-4446543.html>.

Abs. 1 UAbs. 1 EKEK grundsätzlich bis zum 21.12.2020 in nationales Recht umgesetzt werden. Nach dem Wortlaut von Art. 124 Abs. 1 UAbs. 2 EECC werden die Mitgliedstaaten die Vorschriften ab dem 21.12.2020 an.

In der vorliegenden Studie werden wir die Thematik des Infrastruktur-Sharings aus verschiedenen Perspektiven (technisch, wirtschaftlich, regulierungsökonomisch) betrachten und diskutieren. Zunächst werden wir uns mit der Nachfrage auseinandersetzen und den daraus resultierenden Umsatzpotentialen, da Investitionen in neue Infrastrukturen betriebswirtschaftlich begründet werden müssen. Hierbei gilt es herauszufinden, welche Faktoren den Ausbau der Mobilfunknetze und mithin ein Infrastruktur-Sharing beeinflussen. Danach rücken theoretische Ansätze des Infrastruktur-Sharings in den Mittelpunkt der Betrachtung. In diesem Zusammenhang werden auch wesentliche regulierungsökonomische Aspekte mit Blick auf Infrastruktur-Sharing beleuchtet. Darauf basierend wird das Infrastruktur-Sharing in ausgewählten Ländern (Schweden, Österreich und Großbritannien) betrachtet. Schlussendlich rücken die konkreten Potentiale des Infrastruktur-Sharings in Deutschland in den Fokus. Der Beitrag schließt mit einem Fazit.

2 Nachfrage nach Massenmarktprodukten und nach 5G-Diensten

Die Bedeutung von Infrastruktur-Sharing wird endogen davon abhängen, wie die Mobilfunknetzbetreiber auf die zunehmende Nachfrage nach Mobilfunkdiensten, insbesondere auch im Hinblick auf die 5. Mobilfunkgeneration (5G) reagieren werden. Die Prognosen beispielsweise von Cisco (www.cisco.com) gehen von einer deutlichen Steigerung der Nachfrage aus. Unabhängig von der konkreten Nachfrage wird insbesondere aus politischer Sicht die Fragestellung diskutiert², ob die Mobilfunknetzbetreiber die neue Funktechnologie in der Fläche ausrollen werden oder ob 5G zunächst vor allem in Ballungsgebieten angeboten wird. Insoweit stellt sich dann die Frage, ob ländliche Regionen mit 5G-fähigen Infrastrukturen von jedem Mobilfunknetzbetreiber versorgen werden? Aktuell ist festzustellen, dass es bei LTE deutliche Versorgungsunterschiede unter den Mobilfunknetzbetreibern gibt³, die darauf hindeuten, dass nicht jeder Mobilfunknetzbetreiber in gleicher Art und Weise eine Flächenversorgung anstrebt.

Die jeweilige Ausbaustrategie eines Mobilfunknetzbetreibers ist ein Ergebnis von *exogenen* und *endogenen* Faktoren. Exogen hängt der Ausbaubedarf und damit mittelbar der Grad des Infrastruktur-Sharings von Versorgungsaufgaben ab, die an Frequenznutzungsrechte geknüpft sind, von den (technischen und kartellrechtlichen) Möglichkeiten von Kooperationen oder von der Inanspruchnahme von Fördermitteln⁴. Hier gab es gerade in 2018 im politischen Raum die Sichtweise, dass es verstärkt Auflagen und daraus resultierend Netzausbau geben müsse, um die Qualität der Versorgung mit mo-

² Hier könnte die Gleichheit der Lebensverhältnisse zwischen Stadt und Land angesprochen sein.

³ Siehe dazu den Beiratsbeschluss vom 25.6.2018.

⁴ Diesen Aspekt werden wir im Weiteren nicht betrachten.

bilen Breitbandanschlüssen gerade in der Fläche zu verbessern. Die Bundesnetzagentur hat entsprechende Auflagen formuliert, die erfolgreiche Bieter der im Jahr 2019 durchgeführten Frequenzversteigerung zu erfüllen haben. Mit diesen Auflagen dürfte Deutschland im internationalen Vergleich bei der Versorgung mit mobilem Breitband aufholen können.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob mit diesen weitgehenden Versorgungsaufgaben künftig eine Differenzierung über die Infrastruktur am Markt überhaupt noch möglich und sinnvoll sein wird? Oder anders ausgedrückt: Ist bei weitreichenden Versorgungsaufgaben, die eine Fläche größer 90 % der Bundesrepublik abdecken, aus technischer und betriebswirtschaftlicher Perspektive überhaupt noch Raum für ein weitgehendes Infrastruktur-Sharing?⁵

Endogen hängt die Ausbaustrategie von der Wettbewerbspositionierung ab. Will sich ein Mobilfunknetzbetreiber am Markt über seine Infrastruktur vom Wettbewerb differenzieren, so wird er wenig Anreize für ein Infrastruktur-Sharing haben, das seine Marktpositionierung erodieren lässt. Darauf wird zurückzukommen sein.

Im Folgenden werden wir zunächst die möglichen Treiber von Infrastruktur-Sharing darstellen. Im Hintergrund steht die Frage, ob die heutige Betonung des Infrastruktur-Wettbewerbs künftig noch bestehen wird und sich das Infrastruktur-Sharing weiterhin im Wesentlichen auf die gemeinsame Nutzung von passiven Netzelementen beschränkt. Angesichts politischer Forderungen, 5G flächendeckend anzubieten, stellt sich die Frage, ob der Infrastruktur-Wettbewerb, der einem weitergehenden (aktiven) Infrastruktur-Sharing (vermeintlich) entgegensteht, betriebswirtschaftlich noch darstellbar ist.

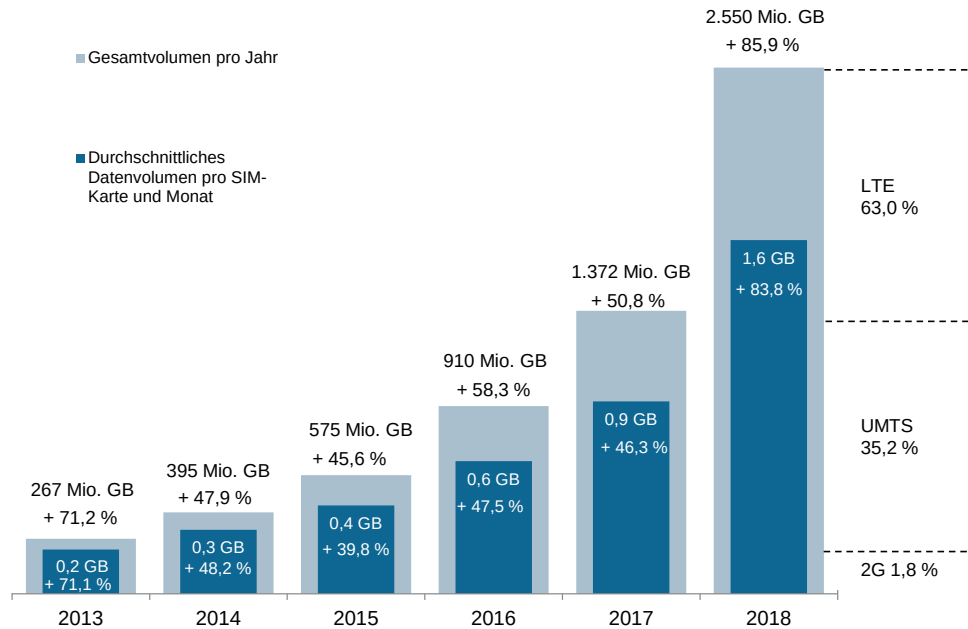
2.1 Entwicklung der Nachfrage

2.1.1 Endogene Faktoren: bisherige und künftige Endkundennachfrage

Die Nachfrage nach mobilen Datendiensten ist ungebrochen. Wie Abbildung 1 zeigt, hat das Wachstum von mobilen Datenübertragungen in 2018 überdurchschnittlich zugenommen. Selbst wenn das Wachstum sich in den nächsten Jahren etwas abflachen sollte, bedeutet dies, dass der Ausbau von Kapazitäten in den Mobilfunknetzen in den nächsten Jahren notwendig sein wird.

⁵ Auf die diesbezüglichen Formen des Infrastruktur-Sharing gehen wir in Kapitel 5 ein.

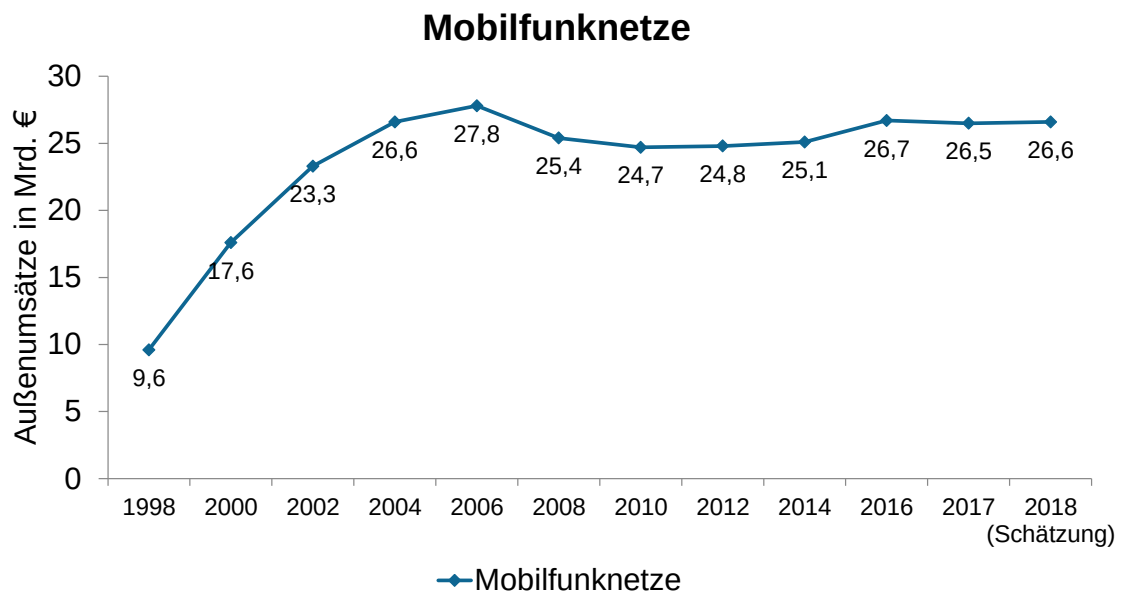
Abbildung 1: Entwicklung des Datenvolumens im Mobilfunk in Deutschland



Quelle: Dialog-Consult / VATM, 20. TK-Marktanalyse Deutschland 2018.

Das Wachstum des Datenvolumen führt jedoch nicht zu höheren Umsätzen der Mobilfunknetzbetreiber. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt, dass die Außenumsätze in keiner Weise die gestiegene Nutzung mobiler Datendienste reflektieren.

Abbildung 2: Außenumsätze im deutschen Mobilfunkmarkt



Quelle: Dialog-Consult / VATM, 20. TK-Marktanalyse Deutschland 2018.

Angesichts stagnierender Außenumsätze und einer weiter anwachsenden Nachfrage ist zu erwarten, dass Neu- oder Ersatzinvestitionen nur dann gerechtfertigt werden können, wenn sie (1) entweder die Kostenstruktur verbessern, indem die Kosten pro Datenübertragung abgesenkt werden, oder (2) mit den Investitionen (in 5G) neue Geschäftsmodelle am Markt realisiert werden können, oder (3) die Absicherung der bestehenden Marktpositionierung entsprechende Investitionen voraussetzt. Versuchen wir die Frage vor dem Hintergrund der Einführung von 5G zu beantworten, müssen die Mobilfunknetzbetreiber intern die Frage beantworten, welche zusätzlichen Umsatzpotentiale sie damit in welchen Zeiträumen anstreben. Könnte sich der adressierbare Markt für die Mobilfunknetzbetreiber mit 5G erweitern? Neben den Optimisten, die diese Frage bejahen, gibt es aber auch Pessimisten, die zwar durch so genannte „Verticals“ (Geschäftskunden, die 5G beispielsweise in ihrer Produktion einsetzen) eine neue Nachfrage erkennen, aber ob der Zahlungsbereitschaft dieser Nachfrager skeptisch sind. Es bestehen Zweifel, ob diese Nachfrage mit ihren Umsatzpotentialen eine massive Verdichtung von Mobilfunksendeanlagen initiieren kann, die vor allem aktuell von Netzwerkherstellern prognostiziert wird.⁶ Insofern wird die These vertreten, dass mit 5G kurzfristig primär die Kapazität für Massenmarktdienste in den Mobilfunknetzen kostengünstig erhöht werden kann.

⁶ Vgl. HSBC (2017), Oughton/Frias (2017), BEREC (2018a) Study on Implications of 5G Deployment on Future Business Models, BoR (18) 23, verfügbar unter https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8008-study-on-implications-of-5g-deployment-on-future-business-models.

2.1.2 Exogene Faktoren: Versorgungsaufgaben und Flächendeckung

Der Ausbau der Mobilfunknetze wird neben den Marktentwicklungen durch exogene Faktoren bestimmt. Der Konsultationsprozess zur Vergabe der Frequenzen bei 2 GHz und 3,6 GHz zeigte, dass politische Entscheidungsträger in Deutschland mit der Qualität der Mobilfunkversorgung insbesondere in der Fläche und entlang von Verkehrswegen unzufrieden sind.⁷ Die Meinungen gehen dabei sehr weit auseinander. Während die einen die Meinung vertreten, 5G müsse nicht an jeder Milchkanne vorhanden sein, wollen andere Politiker gerade eine flächendeckende Verfügbarkeit des neuen Mobilfunkstandards. Damit deutet sich an, welche Erwartungen teilweise in der Politik bestehen.

Auf Basis der Konsultation über die Vergabe von Frequenzen bei 2 GHz und 3,6 GHz hat die Bundesnetzagentur folgende symmetrische Versorgungsaufgaben für erfolgreiche Bieter in der Auktion vorgesehen. Diese haben ⁸

- (1) bis Ende 2022 mindestens 98 % der Haushalte je Bundesland mit mindestens 100 Mbit/s,
- (2) bis Ende 2022 alle Bundesautobahnen mit mindestens 100 Mbit/s und höchstens 10 Millisekunden (ms) Latenz,
- (3) bis Ende 2022 die Bundesstraßen mit Verbindungsfunktionsstufen 0 / 1 mit mindestens 100 Mbit/s und höchstens 10 ms Latenz,
- (4) bis Ende 2024 alle übrigen Bundesstraßen mit mindestens 100 Mbit/s und höchstens 10 ms Latenz,
- (5) bis Ende 2024 alle Landes- und Staatsstraßen mit mindestens 50 Mbit/s,
- (6) bis Ende 2024 die Seehäfen sowie das Kernnetz der Wasserstraßen im Binnenbereich mit mindestens 50 Mbit/s,
- (7) bis Ende 2022 die Schienenwege mit mehr als 2.000 Fahrgästen pro Tag mit mindestens 100 Mbit/s,
- (8) bis Ende 2024 alle übrigen Schienenwege mit mindestens 50 Mbit/s
zu versorgen, sowie

⁷ Vgl. dazu den Beiratsbeschluss vom 25.06.2018, verfügbar unter:

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Beiratsentscheidungen/Beirat/Beschluesse/BeschlussBeirat25062018.pdf?__blob=publicationFile&v=3

⁸ BNetzA (2018): Entscheidung der Präsidentenkammer der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen vom 26. November 2018 über die Festlegungen und Regeln im Einzelnen (Vergaberegeln) und über die Festlegungen und Regelungen für die Durchführung des Verfahrens (Auktionsregeln) zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2GHz und 3,6GHz.- Aktenzeichen: BK1-17/001-Verfügbar unter

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/DrahtloserNetzzugang/Mobilfunk2020/20181126_Entscheidungen_III_IV.pdf?sessionid=1477B619BFA04FDA41D6D1ECE5A15F3?__blob=publicationFile&v=1

- (9) 1.000 „5G-Basisstationen“ und 500 Basisstationen mit mindestens 100 Mbit/s in „weißen Flecken“ bis Ende 2022 in Betrieb zu nehmen.

In Bezug auf die Verkehrswege ist es hinreichend, wenn die geforderte Versorgung insgesamt durch die Netzabdeckung aller Netzbetreiber gewährleistet ist. Dies erlaubt prinzipiell ein Sharing, so dass über ein wechselseitiges Sharing prinzipiell alle Mobilfunknetzbetreiber entlang der Verkehrswege ihre Dienste anbieten können.

Von den Versorgungsaufgaben werden nun signifikante Netzinvestitionen ausgehen. Da der Ist-Ausbau der drei Mobilfunknetze insbesondere entlang von Verkehrswegen öffentlich nicht bekannt ist, kann hier lediglich eine Abschätzung dahingehend erfolgen, dass die von der Telekom Deutschland öffentlich gemachte Zahl von 36.000 Basisstationen bis 2021 sicherlich nicht unterschritten werden wird. Das könnte dann kumulativ, sofern eine parallele Versorgung von Verkehrswegen in jedem Fall angestrebt wird, bei den drei Mobilfunknetzbetreibern auf zusätzliche Standorte und Sendeanlagen in der Größenordnung von 30.000 hinauslaufen.⁹

Darüber hinaus wird im politischen Raum immer wieder eine vollständige Versorgung aller Haushalte diskutiert. Hierbei ist die Abschätzung, wie viele zusätzliche Sendeanlagen erforderlich sind, um zunächst 99 % und im nächsten Schritt sogar 100 % der Haushalte mit mobilem Breitband zu versorgen, sehr schwierig, da die „weißen Flecken“ im Raum verteilt sind und exakte Daten darüber öffentlich nicht vorliegen. Hier zeigt sich, dass mit weiteren, zusätzlichen Basisstationen immer weniger Haushalte oder Einwohner versorgt werden. Es gibt beispielsweise Angaben dahingehend, dass beim Ausbau von 97 % auf 98 % der Haushalte ein neuer Standort 372 Einwohner erreicht, bei der Steigerung der Versorgung von 94 % auf 95 % waren es dagegen noch 543 Einwohner, die eine Basisstation abdeckte. Erste Abschätzungen zeigen deshalb, dass zur Abdeckung der „Weißen Flecken“ mehrere Milliarden Euro aufzuwenden wären.

Ein wesentlicher Parameter in dieser Abdeckungsdiskussion ist der Frequenzbereich, in dem eine vollständige Abdeckung erfolgen soll. Je niedriger der Frequenzbereich (beispielsweise bei Frequenzen unter 1 GHz), desto größer der Radius der Funkzellen, desto niedriger typischerweise auch die Kapazität der Übertragungsstrecken. Ländliche Räume mit dem typischerweise geringeren Kapazitätsbedarf werden i. d. R. durch niedrigere Frequenzen ausreichend versorgt. Dieser Aspekt kommt in der aktuellen Diskussion häufig zu kurz, obwohl er beispielsweise von der BNetzA wiederholt eingebracht wurde.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass die exogenen Faktoren zu einem deutlichen Ausbau der Mobilfunkinfrastruktur in Deutschland führen werden. Wie hoch der Bedarf an neuen Sendeanlagen tatsächlich sein wird, kann im Rahmen dieser Studie

⁹ Siehe FAZ vom 12.11.2018, Gerne überall 5G – aber bitte keinen Mast vor der eigenen Tür.

nicht detailliert quantifiziert werden, zumal bei der künftigen Erfüllung der Versorgungsaufgaben die erfolgreichen Bieter auch kooperieren können.

Festzuhalten bleibt, dass angesichts der Unsicherheiten bezüglich der Nachfrage und ihrer Zahlungsbereitschaft potentiell Anreize für ein Infrastruktur-Sharing bestehen sollten. Regulatorische Vorgaben diesbezüglich, eine bestimmte Form der Kooperation einzugehen, bestehen aktuell nicht. Sie sind aber Gegenstand politischer Diskussion im Rahmen der anstehenden TKG-Novelle. Im Vorfeld der am 19. März 2019 gestarteten Auktion wurden ursprüngliche Vorschläge, ein „lokales Roaming“ gemäß Art. 61 Abs. 4 EKEK, zunächst nicht weiter verfolgt. Die nationale Umsetzung dieses Artikels wird aber im Rahmen der Novelle des Telekommunikationsgesetzes eine Rolle spielen.¹⁰

3 Mobilfunkinfrastruktur in Deutschland

Im Zuge der Konsultation der Vergabebedingungen von Frequenzen in den Bereichen 2 GHz und 3,6 GHz wurde über die Qualität der heutigen Mobilfunknetze ausführlich und kontrovers diskutiert.¹¹ Einzelne Studien scheinen dieses subjektive Empfinden von Politik und Endnutzern zu belegen. „Mit einer durchschnittlichen Downloadrate von nur 22,7 Megabit pro Sekunde (Mbit/s) und einer Netzabdeckung von 65,7 % ist Deutschland eins der Schlusslichter in Europa“, resümiert Statista, das in der Kombination der beiden Ergebnisse Platz 32 ermittelt hat. Das schnellste Netz haben laut der OpenSignal-Studie die Niederlande mit 42,1 MBit/s, die beste Abdeckung gibt es mit 92,2 % in Norwegen.¹²

3.1 Mobilfunknetz der Telekom Deutschland

Nach eigenen Angaben beabsichtigt der Konzern die Anzahl der Basisstationen von heute 27.000 auf 36.000 in 2021 auszubauen.¹³ Das Mobilfunknetz der Telekom Deutschland deckte hinsichtlich LTE nach dem Jahresbericht der Bundesnetzagentur 2018 98 % der Haushalte ab.¹⁴ Weitere Investitionen in die Mobilfunkversorgung sind angekündigt.

Für die Telekom Deutschland spielt die Qualität ihrer Netzinfrastruktur sowohl im leitungs- als auch funkbasierten Bereich eine zentrale Rolle bei der Wettbewerbspositio-

¹⁰ Siehe Handelsblatt vom 7.3.2019.

¹¹ Siehe <https://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Internet-Handynetz-Wirtschaftsminister-Altmaier-22684713.html>.

¹² Siehe hierzu <https://www.n-tv.de/technik/Ist-Deutschland-ein-LTE-Witz-article20301744.html>.

¹³ FAZ v. 25.5.2018, S. 23; für Ausbau in Bayern vgl. <https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/telekom-startet-mobilfunkoffensive-in-bayern-508948>, zuletzt abgerufen am 13.06.2018

¹⁴ Siehe hierzu <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/deutsche-telefonieren-erstmal-mehr-ueber-mobilfunk-16188646.html> sowie <https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2019/JB2018.html>.

nierung.¹⁵ Nicht zuletzt die prominente Wiedergabe von Connect-Tests in der Vermarktung zeigt, dass die Qualität der Mobilfunkdienste (insbesondere die örtliche Verfügbarkeit) ein ganz wesentlicher Differenzierungsfaktor im Wettbewerb ist. Somit hat die Telekom bisher eindeutig auf einen Infrastruktur-Wettbewerb gesetzt. Diese Positionierung hat sie auch im Rahmen der Konsultation zur Vergabe von Frequenzen bei 2 GHz und 3,6 GHz in 2018 vertreten.

Da bei 5G die Anbindung von Sendeanlagen mit Glasfaser nochmals deutlich an Bedeutung gewinnen wird, strebt die Telekom Backhaul- und Fronthaul-Anbindungen mit Glasfaser an. Expertenbefragungen zeigen hier, dass die Telekom im Vergleich zu ihren Wettbewerbern bereits die meisten Standorte mit Glasfaser angeschlossen hat.

3.2 Mobilfunknetz der Telefónica O2 Deutschland

Telefónica verfügt über rund 25.000 eigene Basisstationen.¹⁶ Für Telefónica liegt im Moment der Focus auf einem flächendeckenden Ausbau von 4G. Im Handelsblatt vom 1. Dezember 2018, Nr. 239 kündigte der CEO von Telefónica Deutschland an, dass in den nächsten 15 Monaten von seinem Unternehmen eine Netzabdeckung von aktuell rund 85 % dann für 98 % der Haushalte 4G erreicht ist. Nach dem Jahresbericht der Bundesnetzagentur 2018 erreicht Telefónica Deutschland eine Netzabdeckung von 88 Prozent.¹⁷

Aktuell sind ungefähr 20 % der Basisstationen mit Glasfaser an das Kernnetz angeschlossen. Erklärtes Ziel des Unternehmens ist es, bis 2020 das Backhauling ausschließlich mit Glasfaser zu machen. In den größeren Städten greift Telefónica auf Kapazitäten von alternativen Anbietern wie M-net, Netcologne oder Versatel zurück.¹⁸ Zudem kooperieren Vodafone und Telefónica und wollen Glasfaseranbindungen gemeinsam nutzen. Ab Juli 2018 sollen die vorhandenen Glasfasertechnologien von gemeinsamen oder benachbarten Mobilfunkstandorten¹⁹ der beiden Unternehmen mitgenutzt werden können.

¹⁵ Vgl. u.a. FAZ v. 11.5.2018, S. 24.

¹⁶ Siehe hierzu <https://www.o2online.de/service/netz-verfuegbarkeit/netzabdeckung/Insgesamt>

¹⁷ Siehe hierzu <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/deutsche-telefonieren-erstmal-mehr-ueber-mobilfunk-16188646.html>.

¹⁸ Vgl. <https://www.golem.de/news/datenrate-o2-will-an-lte-wetruersten-nicht-teilnehmen-1708-129799.html>, zuletzt abgerufen am 13.06.2018.

¹⁹ Siehe hierzu <https://www.vodafone.de/medien/netz/eins-zwei-drei-maschinennetz/>

3.3 Mobilfunknetz der Vodafone Deutschland

Im August 2018 betrieb Vodafone in Deutschland 25.000 Basisstationen. In jüngster Zeit hat Vodafone umfangreichere Investitionen in Basisstationen vorgenommen. Im ersten Halbjahr 2018 baute Vodafone 1.000 zusätzliche LTE-Basisstationen.²⁰

Wie auch Telekom Deutschland sieht Vodafone das Mobilfunknetz als einen wesentlichen Differenzierungsfaktor im Wettbewerb an. Die Qualität des Netzes bzw. die jeweiligen positiven Netztests werden regelmäßig in der Werbung eingesetzt. Bis 2019 will Vodafone eine LTE-Netzabdeckung von 98 % der Haushalte realisieren. Nach dem Jahresbericht der Bundesnetzagentur 2018erreichte Vodafone eine LTE-Netzabdeckung von 93 Prozent.²¹

3.4 Zwischenfazit

Zusammenfassend hängt die Anzahl von Basisstationen und mithin die Investition in die Zugangsnetze und damit auch in die neue Zugangstechnologie „5G-New-Radio“ von folgenden strukturellen und unternehmensindividuellen Parametern ab:

- Geschäftsmodell (Verfügbarkeit von Netzwerktechnik, Endgeräten, Kundensegmente, Zahlungsbereitschaft der Kunden, Strategie)
- Regulatorische Auflagen (Versorgungsaufgaben) und Rahmenbedingungen des Infrastruktur-Sharings
- Intensität des Infrastruktur-Wettbewerbs
- Intensität des Dienste-Wettbewerbs
- Zugangsverpflichtungen (in Bezug auf Vorleistungsprodukte)
- Vorhandene Netzkapazitäten in den Mobilfunknetzen
- Bedarf von Kundensegmenten, insbesondere von Geschäftskunden, so genannten Verticals
- Alternative, wirtschaftlich bessere Investitionsmöglichkeiten in Zugangsnetze (z. B. in anderen Landes- oder Tochtergesellschaften).

Erst aus dem Zusammenspiel der obigen Parameter ergibt sich die Ausbaustrategie, so dass deutlich wird, dass die Ausprägung des Infrastruktur-Sharings nur einer von weiteren Faktoren ist, den die Mobilfunknetzbetreiber bei der Festlegung ihrer Investitionstätigkeit berücksichtigen.

²⁰ Vgl. <https://www.vodafone.de/medien/unternehmen/vodafone-kann-umsatz-weiter-steigern-gewinn-nimmt-deutlich-zu/>.

²¹ Siehe hierzu <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/deutsche-telefonieren-erstmal-mehr-ueber-mobilfunk-16188646.html>.

Summa summarum ist mit einem Zubau an Sendestationen insbesondere auch zur Verbesserung der betreiberspezifischen Netzqualität zu rechnen. Parallel dazu ist aber nicht zu erkennen, dass die Umsätze der Mobilfunknetzbetreiber erheblich steigen werden. Neue Geschäftsmodelle sind erst in Ansätzen absehbar (z. B. Campus-Netze im Bereich Industrie 4.0). Sofern dies die zukünftige Realität abbildet, ist unter der Prämisse, dass die bestehende Profitabilität der Mobilfunknetzbetreiber beibehalten werden soll, ein erheblicher Kostensenkungsdruck zu konstatieren. Dieser Kostendruck könnte dann eine Motivation zur gemeinsamen Nutzungen von passiven und aktiven Netzelementen sein.

3.5 Impulse von 5G: 5G als Treiber von Infrastruktur-Sharing?

3.5.1 Marktbezogene Aspekte

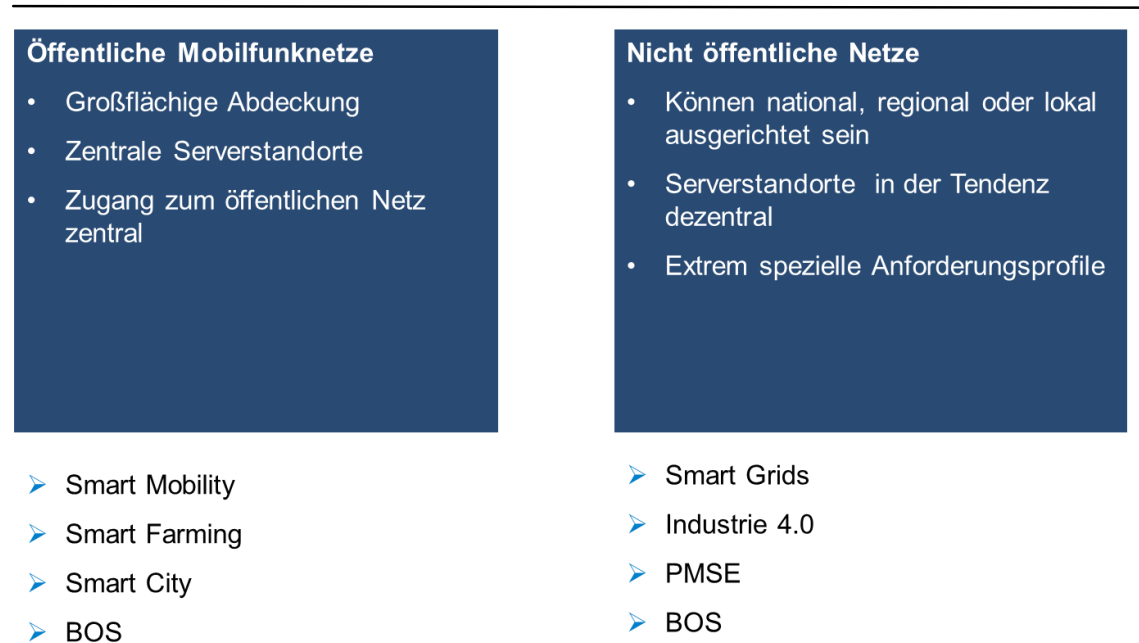
Die Einführung der 5. Mobilfunkgeneration (5G) wird seitens der Politik, der Anwender im industriellen Kontext sowie der Netzwerkherstellern mit großen Erwartungen verbunden. Die Mobilfunknetzbetreiber haben dort keine einheitliche Position oder Sichtweise. Während manche Mobilfunknetzbetreiber auf die erheblichen Potentiale von 5G hinweisen und diesbezüglich ihre Aktivitäten herausheben, sind andere Mobilfunknetzbetreiber noch sehr zurückhaltend.²² Sie verweisen darauf, dass es auch bei der Einführung von LTE positive Prognosen gab, die sich jedoch in der Praxis dann nicht einstellten.

Es gibt bereits eine Vielzahl von Studien zu den technischen Möglichkeiten von 5G sowie den möglichen Anwendungsfeldern.²³ Aus Sicht unserer Untersuchung erscheint die folgende Abbildung 3 relevant zu sein, die Auskunft darüber gibt, welche Anwender Treiber für einen Ausbau von 5G sein könnten.

²² In den letzten Monaten hat sich der Mutterkonzern der O2 gegen vorzeitige Investition in 5G ausgesprochen. Die Muttergesellschaft von Telefónica Deutschland hat angekündigt, dass der 5G-Ausbau herausgezögert werden solle.

²³ Siehe hierzu beispielsweise dot-econ/Axon (2018) sowie Elbanna (2019).

Abbildung 3: Öffentliche und private, flächendeckende und lokale 5G-Netze



Quelle: WIK

Hierbei kann es auch zu Synergien kommen, wenn Hybridnetze entstehen, d. h. private, dedizierte und öffentliche Mobilfunknetze gemeinsam genutzt werden. Ein Beispiel, wo dies diskutiert wird, ist BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben). Auch hier kann es dann zu einer Ausprägung von Infrastruktur-Sharing kommen, da in einem Hybridnetz beispielsweise Frequenzen von BOS und öffentlichen Mobilfunknetzbetreibern gemeinsam an einem Standort genutzt werden könnten. In einer solchen Konstellation könnten sich mehrere Marktteilnehmer aus unterschiedlichen Sektoren an der Finanzierung der gemeinsam genutzten Infrastruktur beteiligen, so dass dem eingangs erwähnten Kostendruck seitens der Mobilfunknetzbetreiber Rechnung getragen werden könnte. Es ist aber einschränkend zu beachten, dass der gemeinsame Aufbau immer wieder diskutiert wurde, in der Praxis bisher aber nicht stattgefunden hat.

3.5.2 Technische Aspekte

Die Pionierbänder von 5G in Europa sind 700 MHz und 3,6 GHz. Zusätzlich wird 5G im Millimeter-Bereich zum Einsatz kommen (26 GHz). Aufgrund der geringen Reichweiten dieser Frequenzen, werden wir im Weiteren im Wesentlichen auf die Frequenzbereiche bei 700 MHz und 3,6 GHz abstellen.

Während bei 700 MHz zusammen nur 2 x 30 MHz zur Verfügung stehen, stehen bei 3,6 GHz für bundesweite Anwendungen in Deutschland 1 x 300 MHz bereit. Die Versteige-

rung der Frequenzen hat am 19. März 2019 begonnen und ist am 12. Juni 2019 geendet (siehe hierzu

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/20190612_Frequenzauktion.html?nn=265778). In Bezug auf die oben genannten Anwendungen

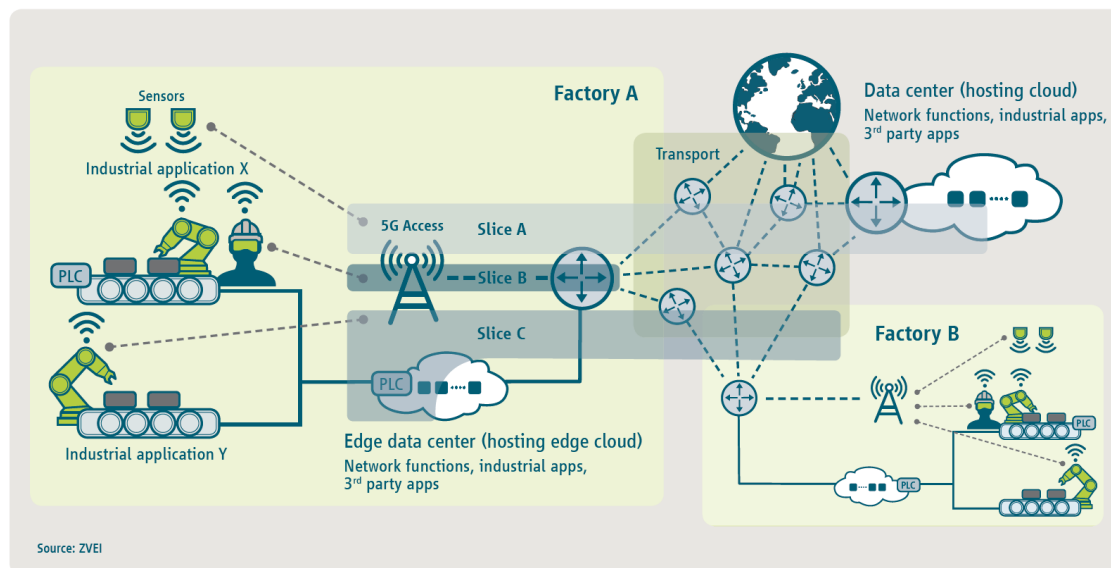
ist festzustellen, dass die mit 5G antizipierten technischen Vorteile (z. B. Datenübertragungen im Gb-Bereich) sich wegen der Frequenzbandbreite nur bei 3,6 GHz realisieren lassen. 5G wird bei 700 MHz bis auf die Latenz mit LTE-Advanced vergleichbare Leistungscharakteristika haben. Sofern 5G mit allen Systemeigenschaften, insbesondere auch mit dem hohen Kapazitätsangebot, flächendeckend realisiert werden sollte, würde dies zu einer erheblichen Verdichtung von Sendeanlagen führen, weil der Radius von 3,6 GHz-Zellen beim Downlink in urbanen Regionen bei ca. 137 m und in ländlichen Räumen bei 507 m liegt. Zum Vergleich: Die entsprechenden Werte für 800 MHz-Frequenzen liegen bei 553 m bzw. 2043 m.²⁴ Selbst wenn künftig 5G beispielsweise bei 1800 MHz eingesetzt werden wird, muss es zu einer signifikanten Verdichtung von Sendeanlagen kommen.

5G eröffnet zudem neue Formen des Netzwerkmanagements, die Auswirkungen auf Infrastruktur-Sharing haben könnten: Ein einzelnes physikalisches Netzwerk kann eine Reihe von virtuellen Netzwerken (Network-Function-Virtualisation (NFV)) mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen unterstützen. Durch Network-Slicing²⁵ besteht erstmals die Möglichkeit, maßgeschneiderte mobile Datendienste für den Nachfragebedarf spezifischer Nutzergruppen über dezidierte virtuelle „Netze“ zu generieren. Hier wäre beispielsweise denkbar, dass eine Slice für ein dichtes IoT-Sensoren-Netz genutzt wird, wobei ein geringer Energieverbrauch dabei wichtiger ist als eine hohe Datenübertragungsrate, und eine weitere Slice demgegenüber für schnellen öffentlichen Breitbandzugang genutzt werden könnte. Derartige Slices können sich jeweils auch auf beschränkte Gebiete erstrecken.

²⁴ Berechnungen unter Verwendung des Okumura-Hata-Modells.

²⁵ Slicing bedeutet die Bereitstellung verschiedener Subnetze mit spezifischen Eigenschaften aus einer physikalischen Infrastruktur heraus.

Abbildung 4: Network-Slicing mit Blick auf Industrie 4.0



Quelle: ZVEI

3.5.3 Zwischenfazit

Wenn 5G ein Erfolg wird, ist mit einer signifikanten Zellverdichtung, die auch mit höheren Frequenzbändern verbunden ist, zu rechnen. Es ist zudem zu erwarten, dass eine erhöhte Backhaul-Kapazität (Glasfaser-Anbindungen) zu weiteren Anforderungen an den Infrastrukturausbau führen wird. Damit rückt der Ausbau von leitungsgebundenen Infrastrukturen in den Fokus.

Eine effizientere Nutzung der nationalen Funkressourcen und die Berücksichtigung von Umweltbelangen (z. B. Anzahl von Standorten, gemeinsame Nutzung von Frequenzspektrum) können ebenfalls ein Treiber für eine verstärkte Zusammenarbeit von Mobilfunknetzbetreibern beim Ausbau ihrer Mobilfunkinfrastruktur sein.

4 Faktische Möglichkeiten der gemeinsamen Netznutzung mit Blick auf 5G

In diesem Kapitel werden wir die unterschiedlichen Möglichkeiten des Infrastruktur-Sharing darstellen.²⁶

4.1 Gemeinsame Nutzung von passiven Netzelementen (passives Sharing)

Zunächst können Mobilfunknetzbetreiber sich darauf verständigen, passive Netzelemente gemeinsam zu nutzen. Dazu gehören die Elemente Standorte, Masten, Kanäle, Energieversorgung und Klimatisierung, Schränke, Kabel und Kombigeräte. Dies kann auch standortbezogene Dienste wie Sicherheitsdienste umfassen. Dieser Ansatz ist sehr dezentral und kann im Rahmen des kartellrechtlich Zulässigen eine aktive Koordination beinhalten, wenn neue Standorte erschlossen werden. Gerade Kommunen drängen häufig dazu, dass Standorte gemeinsam erschlossen werden. Die Zugangsnetze (aktive Komponenten) bleiben grundsätzlich wettbewerblich unabhängig voneinander, die passiven Elemente der Zuleitung (z. B. Leerrohre) können gleichfalls gemeinsam genutzt werden. In einigen Ländern, beispielsweise Italien, Portugal und Spanien ist diese Form der Zusammenarbeit sogar gesetzlich vorgeschrieben.

Site- und / oder Mast-Sharing kann auch durch spezialisierte Einrichtungen wie Turmunternehmen vermittelt werden, die den Zugang zu Standorten und / oder Masten als Dienstleistung für mehrere oder alle Mobilfunknetzbetreiber in einem Markt anbieten. Solche Marktlösungen für die gemeinsame Nutzung sind weitaus weniger anfällig für Versuche der Diskriminierung und der Verweigerungen des Zugangs zu Standorten, wie sie vereinzelt am Anfang der Entwicklung des digitalen Mobilfunks vorkamen.

4.2 Gemeinsame Nutzung von aktiven Netzelementen (aktives Sharing)

Unter aktivem Sharing versteht man die gemeinsame Nutzung von aktiven Netzelementen wie Antennen, Knoten oder Funknetzwerksteuern. Aktives Sharing kann auf das Funkzugangsnetz (Radio-Access-Network, RAN) fokussiert (und begrenzt) werden oder auch Elemente des Kernnetzes enthalten. RAN-Sharing kann alle Elemente des Zugangsnetzes einschließlich der Backhaul-Ausrüstung umfassen.²⁷

In seiner intensivsten und weitreichendsten Form besitzen und betreiben zwei Mobilfunknetzbetreiber nur ein RAN. In der weitestgehenden Form werden die Frequenzen der beteiligten Mobilfunknetzbetreiber gemeinsam genutzt und je nach Anwendung und

²⁶ Neumann et al. (2016) verfügbar unter

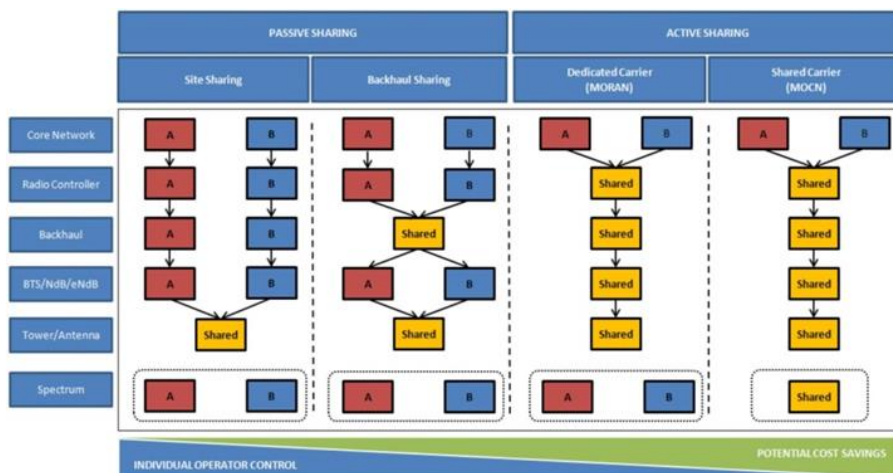
https://www.comcom.admin.ch/dam/comcom/de/dokumente/network-sharing/WIK-Studie_Mobilfunk.

²⁷ BEREC weicht bei seiner Klassifizierung davon ab und sieht beispielsweise das Backhauling als weitere Form bzw. Ausprägung des Infrastruktur-Sharings an.

Anwendern dynamisch zugewiesen (MOCN). Trotz der gemeinsamen Nutzung des gesamten RAN-Netzwerks können die Mobilfunknetzbetreiber weiterhin ein logisch getrenntes Netz betreiben und haben die volle Kontrolle über dieses Netz. Darüber hinaus kann das Betriebs- und Wartungszentrum separat betrieben werden. Zur Gewährleistung der wettbewerblichen Unabhängigkeit fordern die Regulierungsbehörden i.d.R., dass eine ausreichende Netzunabhängigkeit und -kontrolle für die gemeinsamen Partner gewährleistet sein muss.

Abbildung 5 zeigt schematisch, welche Netzelemente in den verschiedenen Formen des aktiven und passiven Sharings gemeinsam genutzt werden und welche weiterhin ausschließlich von den Betreibern betrieben werden.

Abbildung 5: Ausgestaltungen des Sharings und der gemeinsamen Nutzung von Netzelementen



Quelle: Nokia Siemens Network (NSN)

RAN-Sharing wird durch das Motiv getrieben, Netzwerkkosten einzusparen. Ein weiterer Grund ist die gemeinsame Entwicklung der Netzabdeckung für ländliche und abgelegene Gebiete mit geringer Kundendichte. Dadurch kann die Netzabdeckung zu geringeren Kosten erweitert werden.

Die Netzkoooperation wird weiterreichend, wenn die Betreiber auch Elemente der Kernnetze wie Transport, Switching und Routing, Kundendatenbanken (HLR, VLR), die Abrechnungsplattform und andere mehr gemeinsam nutzen. Wenn Betreiber auch gemeinsam ihre Kernnetze nutzen, sind Netze in der Regel nicht mehr trennbar bzw. unterscheidbar und können nicht mehr unabhängig voneinander betrieben werden. Darüber hinaus wird es höchst fraglich, ob die Betreiber in einem solchen Fall noch wettbewerblich voneinander unabhängig sind. Zu den Sharing-Konzepten für das Kernnetz

gehört in der Regel auch die gemeinsame Nutzung des RAN. Es wird höchst fraglich, inwieweit die Betreiber dann noch in der Lage sind, ihre Produkte und Dienstleistungen zu definieren und voneinander zu unterscheiden. Im Ergebnis wird der Wettbewerb in einer solchen Konstellation eingeschränkt.

Wenn die Betreiber auch die logischen Elemente des Kernnetzes gemeinsam nutzen, verlieren sie ihre Fähigkeit, eigenständige Dienste zu erstellen. Allerdings werden diese Nachteile durch die Entwicklungen zur Virtualisierung der Netzfunktionen (SDN/NFV) zukünftig vermehrt aufgehoben, weil dann auf einer Technik für die Netzlogik mehrere Netze mit jeweils unterschiedlichen Charakteristika virtuell parallel betrieben werden können.

4.3 Nationales Roaming

Obwohl beim Roaming nur die Elemente eines Mobilfunknetzes verwendet werden, kann diese Form der Zusammenarbeit dennoch als eine Form der gemeinsamen Infrastrukturnutzung eingestuft werden. Beim Roaming wird der Verkehr eines Kunden des Betreibers A über das Netz des Betreibers B transportiert und geroutet. Formal erfordert das Roaming keine gemeinsamen Netzelemente. Nationales Roaming kann symmetrisch zwischen den Mobilfunknetzbetreibern oder asymmetrisch von einem Betreiber zum anderen erfolgen. Im Zuge der Erleichterung des Markteintritts von Newcomern setzen einzelne Regulierungsbehörden (z. B. Italien, Österreich) nationales Roaming als ein temporäres Zugangsinstrument ein.

Der Vollständigkeit halber sei hier auch noch das internationale Roaming erwähnt, das auch eine Form der gemeinsamen Netznutzung darstellt, jedoch aktuell noch keine Wirkung im Hinblick auf die Senkung von Kosten beim Netzausbau hat.²⁸

Beim nationalen Roaming konkurrieren die beteiligten Betreiber weiterhin auf der Ebene der Endkundendienste. Die Möglichkeiten des Roaming nachfragenden Betreibers, seine Dienste zu differenzieren, sind jedoch begrenzt. Roaming wurde vor allem, darauf hatten wir bereits hingewiesen, in asymmetrischen Marktszenarien eingesetzt, insbesondere bei asymmetrischem Markteintritt.

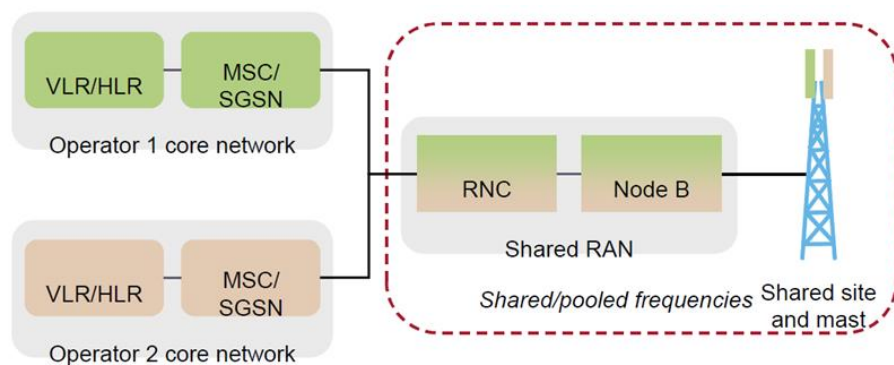
4.4 Frequenzpooling

Die gemeinsame Nutzung von Frequenzen, auch Frequenzpooling genannt, bedeutet die gleichzeitige Nutzung des Spektrums, das jedem Betreiber in einem bestimmten Gebiet exklusiv zugeteilt wurde. Die Nutzer erhalten auf diese Weise Zugang zu einem größeren Umfang an Spektrum in einer bestimmten Funkzelle und die Kapazität dieser

²⁸ Dies könnte dann der Fall sein, wenn ein ausländischer Netzbetreiber im grenznahen Gebiet eine solche Qualität anbietet, die einen Ausbau der Netzinfrastruktur des heimischen Mobilfunknetzbetreibers erübrigt. In diesem Fall müsste ein permanentes Roaming zulässig sein.

Zelle steigt entsprechend. Spektrum-Sharing kann einseitig oder bilateral organisiert werden. Im ersten Fall hat Operator A Zugriff auf das Spektrum von Operator B, aber nicht umgekehrt. Im zweiten Fall ist die Nutzung des Spektrums symmetrisch organisiert. RAN-Sharing in Verbindung mit Frequenzpooling wird auch als Multi-Operator-Core-Network (MOCN) bezeichnet. Abbildung 6 zeigt eine typische Netzwerkkonfiguration im Falle von MOCN. MOCN ist für Betreiber von besonderem Interesse, wenn nicht genügend Frequenzen zur Verfügung stehen oder wenn Dienste mit hohem Bandbreitenbedarf bereitgestellt werden sollen. Die gemeinsame Nutzung von Frequenzen kann national oder regional begrenzt erfolgen.

Abbildung 6: MOCN-Sharing-Konfiguration



Quelle: BIPT (2012)

4.5 Virtualisierung von Netzwerkfunktionen

Die Virtualisierung von Netzfunktionen ist ein neuer Trend für Telekommunikationsnetze. Bestimmte Steuerungsfunktionen der Netzknoten sind getrennt und in zentralen Servern innerhalb einer Cloud untergebracht. Dieser Ansatz ermöglicht die Wiederverwendung dieser Funktionen auch in anderen Netzelementen oder gar für andere Netze. Darüber hinaus ermöglicht es die einfachere Adaption neuer Features oder Anforderungen. Software-Defined-Networking (SDN) oder Network-Function-Virtualization (NFV) ermöglichen eine schnellere und flexiblere Definition von Diensten. NFV ist heute konzeptionell verfügbar und wird im 5G-Kontext standardisiert.

NFV ermöglicht es Systemherstellern oder Softwarebetreibern, dieselben Netzfunktionen für verschiedene Mobilfunknetzbetreiber bereitzustellen. Wenn diese IT-Provider verschiedenen Betreibern virtuelle Netzfunktionen anbieten, wird dies zu einer Form der gemeinsamen Nutzung von Netzelementen.

Ein weitergehender Schritt der Virtualisierung kombiniert virtuelle Netzwerkfunktionen, so dass dedizierte VPNs für bestimmte Anwendungen entstehen. Wir haben oben bereits auf das Instrument des Network-Slicing hingewiesen.

5 Infrastruktur-Sharing in der EU und positive und negative Implikationen

5.1 Network-Sharing in den EU-Mitgliedsstaaten in der Vergangenheit

Nach Erkenntnissen von BEREC²⁹ gab es in der Vergangenheit in allen 27 Mitgliedstaaten Vereinbarungen über passives Network-Sharing. Dies ist inzwischen eine betriebliche Standardanwendung. Zunehmend wird von den Betreibern auch aktives Sharing in den Blick genommen. Dies folgt sowohl den technologischen Möglichkeiten als auch der Gewährung entsprechender Flexibilität durch die nationalen Regulierungsbehörden. Beginnend in Schweden in 2001 und in Deutschland kurz darauf stieg die Zahl der Kooperationsverträge seit 2006 stark an. Beim aktiven Sharing steht das RAN-Sharing im Vordergrund. Es gibt aber auch bereits Beispiele und Modelle für gemeinsame Operation-Support-Management-Systeme und für ein gemeinsames Backhaul-Netz.

Zunehmend sind auch mehr als zwei Betreiber Partner von Kooperationsvereinbarungen miteinander. Generell ist festzustellen, dass die Kooperationsvereinbarungen ein höheres Level oder eine höhere Intensität annehmen. Gleichwohl bleibt der Umfang der von Sharing betroffenen Netzelemente oft auch begrenzt. So ergab sich etwa in Deutschland, dass 15 % der Sites von zwei Betreibern genutzt wurden, 10 % durch drei Betreiber und nur 1 % durch alle damals vier im Markt tätigen Mobilfunknetzbetreiber.

Ein etwas anderer Trend war in UK zu beobachten. Hier gab es eher einen Trend zu großangelegten Network-Sharing-Vereinbarungen. In Spanien gibt es seit 2006 eine Vereinbarung zwischen Orange und Vodafone über ein volles 3G-RAN-Sharing in kleinen Städten mit weniger als 25.000 Einwohnern. In Frankreich gab es seit 2001 Sharing-Programme zwischen den Mobilfunknetzbetreibern, um die Versorgung in der Fläche zu verbessern, besonders im ländlichen Bereich. Dies wurde bei der Einführung von 3G um eine Vereinbarung über aktives Sharing zwischen allen vier Betreibern im Juli 2010 erweitert.

Nachfolgende Tabelle 1 präsentiert eine Liste der Infrastrukturvereinbarungen.

²⁹ Vgl. BEREC (2018), S. 8 fff.

Tabelle 1: Sharing aktiver Elemente mit gemeinsamer Netzentwicklung³⁰

Land	Involvierte Mobilfunknetzbetreiber	Frequenzpooling	Räumliche Dimension	Zeitraumen
Bulgarien (BG)	Zwei Mobilfunknetzbetreiber	Nein	national	Dauerhaft
Zypern (CY)	MTN und Primetel	Nein	national	
Tschechische Republik	T-Mobile CZ, CETIN	Nein	national excl. Prag und Brno	2013 – 2033
Dänemark (DK)	Telenor und Telia	Ja	national	2012 -
Finnland (FI)	DNA Ltd und Telia FI Ltd	Ja	regional, d. h. die nördlichen und östlichen Teile von Finnland (50 % der Fläche und 15 % der Bevölkerung)	N/A
Frankreich (FR)	SFR und Bouygues Telecom	Ja	exklusive dicht besiedelte Gebiete (mehr als 200k Einwohner) und ländliche Gebiete ca. 85 % der Fläche und 57 % der Bevölkerung	N/A
Griechenland (GR)	Vodafone GR und WIND Helias	Nein		2012 -
Ungarn (HU)	Magyar Telecom		national außer Budapest	
Polen (PL)	Orange und T-Mobile	Ja	national	2011
Rumänien (RO)	Orange und Telekom Romania	Nein	national außer 11 Kommunen	
Spanien (ES)	Orange und Vodafone	Nein	In ländlichen Regionen mit weniger als 25.000 Einwohnern	2006 -
Schweden (SE)	Tele2 & Telenor	Ja	national	2009 -
SE	Telenor & Hi3G	Ja	ländlich	2001 -
SE	Telia & Tele 2	Ja	national	2001 -
UK	Three & EE	Nein	national	
UK	Telefónica (O2) und Vodafone	Nein	national	

Quelle: BEREC (2018)

³⁰ Die gemeinsame Nutzung umfasst Joint Ventures, die Infrastrukturen bereitstellen, sowie Vereinbarungen, die die Verantwortlichkeiten für die Bereitstellung zwischen den Partnern der Austauschvereinbarung aufteilen. Regional getrennte Netze mit wechselseitigem Roaming. RAN-Sharing mit gemeinsamem Spektrum wird ebenfalls als aktives Sharing mit gemeinsamem Einsatz eingestuft.

Die meisten Vereinbarungen sind rein kommerzielle Vereinbarungen. Aktives Sharing erfolgt primär organisatorisch als Joint Venture.

In Bezug auf den geografischen Geltungsbereich deuten die verfügbaren Informationen darauf hin, dass die aktive gemeinsame Nutzung der Infrastruktur mit gemeinsamer Nutzung oft auf nicht dicht besiedelte Gebiete beschränkt ist. Das Abkommen in der Tschechischen Republik schließt die beiden größten Städte aus (also 85% der Bevölkerung), das Abkommen in Frankreich die größten städtischen Gebiete und das Abkommen in Finnland nur 15% der Bevölkerung (aber 50% der Fläche).

5.2 Positive Implikationen: Netzkosteneinsparpotentiale

Kosteneinsparungen sind ein betriebswirtschaftliches und volkswirtschaftliches Motiv zur gemeinsamen Infrastrukturnutzung. In Bezug auf die Kosteneinsparungen gaben im Rahmen einer Befragung von BEREC³¹ viele Regulierungsbehörden an, dass sie keine spezifische Schätzung der Kosteneinsparungen im Zusammenhang mit der gemeinsamen Nutzung haben und dass diese wahrscheinlich sehr kontextspezifisch seien. Dennoch lieferten einige Regulierungsbehörden Daten, aus denen hervorgeht, dass alle Arten der gemeinsamen Nutzung es den Betreibern ermöglichen, die RAN-Kosten, die den größten Teil der Gesamtkosten ausmachen, erheblich zu senken. Die Kosteneinsparungen hängen von der Art des Sharings ab:³²

- Kostenersparnis durch passives Sharing: (16 % - 35 %) CAPEX, (16 % - 35 %) OPEX;
- Kosteneinsparungen beim aktiven Sharing (ohne Spektrum): (33 % - 35 %) Investitionen, (25 % - 33 %) OPEX;
- aktive gemeinsame Nutzung (inkl. Spektrum) Kosteneinsparungen: (33 % - 45 %) Investitionen, (30 % - 33 %) OPEX;

Wo Daten verfügbar waren, stellten die Regulierungsbehörden fest, dass der RAN-OPEX als Prozentsatz des gesamten OPEX in Fällen, in denen eine Netzwerkfreigabe implementiert wurde, deutlich zurückging. Diese Einsparung wurde in bestimmten Fällen, z. B. in den Niederlanden, auf bis zu 35 % der RAN-OPEX-Kosten geschätzt.

Es sei darauf hingewiesen, dass nicht alle Einsparungen bei den Netzkosten an die Verbraucher weitergegeben werden. Bestimmte Fixkosteneinsparungen (d. h. Kosteneinsparungen, die sich nicht auf inkrementelle Kosten beziehen) werden wahrscheinlich nicht in Form von niedrigeren Preisen oder erhöhten Investitionsanreizen in einem absehbaren Zeitrahmen an die Verbraucher weitergegeben. Darüber hinaus hängt das

³¹ Vgl. BEREC (2018) verfügbar unter https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8164-berec-report-on-infrastructure-sharing.

³² Vgl. BEREC (2018), S. 17.

Ausmaß, in dem Einsparungen bei den Zusatzkosten an die Verbraucher weitergegeben werden, von der Marktstruktur und ganz allgemein vom Grad des Wettbewerbs auf dem Markt ab. Gleichzeitig können aus der breiteren politischen Perspektive auch Einsparungen bei den Gesamtkosten von Bedeutung sein, die die Investitionsbarrieren für den Ausbau der Netze verringern können.

5.3 Negative regulatorische Implikationen von Infrastruktur-Sharing

Neben den Kosteneinsparungen betrachten Regulierungsbehörden noch folgende Aspekte³³:

- Im Fall von Network-Sharing zwischen zwei Parteien, sollte auch Dritten, insbesondere anderen Netzbetreibern, die Möglichkeit der gemeinsamen Netznutzung offeriert werden. Es kann immer sein, dass es schwierig ist für Dritte, Teil einer gemeinsamen Netznutzung zu sein.
- Im Falle des aktiven Sharings könnten einige Formen wie GWCN- und MOCN-Konfigurationen, bei denen Frequenzen gebündelt werden, das Wettbewerbsniveau verringern, da die Partner aufgrund von Ähnlichkeiten in der Netzabdeckung und der Dienstqualität möglicherweise nicht in der Lage sind, ihre Dienste angemessen voneinander zu differenzieren, was zu Lasten von Wettbewerb, Investitionen und Innovation geht. Dies wäre insbesondere in dichten und wettbewerbsorientierten Gebieten der Fall. Aktives Sharing kann auch den Austausch vertraulicher oder wirtschaftlich sensibler Informationen zwischen Wettbewerbern erfordern. Ein aktives Sharing kann sich somit negativ auf den Wettbewerb auswirken, wenn nicht sorgfältig geprüft wird, was die Gefahr einer Absprache zwischen den Teilhabern bedingt.
- Aus operativer Sicht könnte die gemeinsame Nutzung Nachteile haben, da sie eine umfangreiche Planung zwischen den beteiligten Parteien erfordert. Darüber hinaus erfordert das Sharing, insbesondere das aktive Sharing, die Zustimmung und Koordination zwischen den beteiligten Parteien, so dass die Entwicklung von Standorten aufgrund des gemeinsamen Entscheidungsprozesses zeitaufwendiger wird. Es kann auch komplizierter sein, sicherzustellen, dass in einem gemeinsamen Szenario immer eine hohe QoS entlang der "Datenkette" bereitgestellt wird. Auch aus technischer Sicht kann das Debugging bei Netzwerkproblemen oder Ausfällen komplizierter sein. In einem konkreteren Beispiel im Zusammenhang mit der Konsolidierung bestehender Netzwerke könnte damit ein Investitionsaufwand verbunden sein. Die Kosten hängen vom Konsolidierungsgrad ab, der zu erheblichen Umsiedlungskosten führen kann.
- Aktives und passives Sharing könnte die Emissionen elektromagnetischer Felder erhöhen. Dies ist vornehmlich eine Herausforderung in urbanen Gebieten. Die zulässigen Emissionen sind dann problematisch, wenn die offiziellen Grenzwerte für die Emissionen elektromagnetischer Felder überschritten wür-

³³ Siehe BEREC (2018), S. 16 ff.

den, da die Betreiber in diesem Fall die Netze nicht gemeinsam nutzen könnten, es sei denn, die Vorgaben würden einer Revision unterzogen. Die gesetzlichen Bestimmungen zur maximalen Strahlungsleistung (nichtionisierende Strahlung) reduzieren daher die verfügbare Antennenleistung (ERP) pro Mobilfunknetzbetreiber am gleichen Mast.

- Die gemeinsame Nutzung, insbesondere die passive gemeinsame Nutzung, kann den Standort des Host-Netzwerks mit der von den Gastbetreibern installierten Ausrüstung erheblich belasten, was potenzielle zukünftige Netzentwicklungen wie die Installation neuer zusätzlicher Module im Zusammenhang mit der Einführung neuer Technologien einschränken könnte.
- Im Hinblick auf die Resilienz mit weniger unabhängigen Mobilfunknetzen können die Infrastruktur und die Mobilfunkabdeckung insgesamt anfälliger sein, da es weniger Redundanz und weniger Möglichkeiten für die Verbindung zu Mobilfunkdiensten gibt. Die Robustheit im Notfall oder bei Naturkatastrophen kann beeinträchtigt werden.

6 Wesentliche regulierungsökonomische Aspekte mit Blick auf Infrastruktur-Sharing³⁴

Um zu einem Infrastruktur-Sharing zu kommen, gibt es grundsätzlich zwei unterschiedliche Wege: Freiwilligkeit oder Auferlegung bzw. Verpflichtungen. Auf diese Aspekte gehen wir im Weiteren ein.

6.1 Möglichkeiten der Auferlegung von Verpflichtungen zur gemeinsamen Nutzung von Netzinfrasturktur

6.1.1 Instrumente

Regulatorisch verpflichtende Vorschriften bzw. Auflagen zur gemeinsamen Infrastrukturnutzung können in folgender Weise auferlegt werden:

- als regulatorische Verpflichtung für SMP-Netzbetreiber;
- als zu erfüllende Auflage im Rahmen der Genehmigung von Fusionen;
- vorab im Rahmen von Frequenzvergaben, als Verpflichtungen, die mit dem Erwerb des / der Frequenznutzungsrechts(e) verbunden ist;
- bei der Gewährung von Fördergeldern für den Netzaufbau.

³⁴ Siehe hierzu Neumann et. al (2016) verfügbar unter https://www.comcom.admin.ch/dam/comcom/de/dokumente/network-sharing/WIK-Studie_Mobilfunk

Die primäre Kunst der regulatorischen Maßnahmen besteht hier darin, eine Versorgung mit Mobilfunkdiensten zu gewährleisten, den Netzaufbau zu incentivieren und Wettbewerb aufrechtzuerhalten und Infrastruktur-Wettbewerb dort zu etablieren, wo er aufrechterhalten werden kann und sollte.

6.1.2 Einige bisherige Erfahrungen und Vorgehensweisen in europäischen Ländern³⁵

In Norwegen wurden dem SMP-Betreiber nach einer Marktanalyse der NRB Verpflichtungen zur gemeinsamen Nutzung der Infrastruktur auferlegt – der marktbeherrschende Mobilfunkbetreiber wurde der Verpflichtung zur gemeinsamen Nutzung der Infrastruktur unterworfen, einschließlich der Gewährung des nationalen Roamings. Es gibt auch Beispiele für gezieltere Richtungsvorgaben für die gemeinsame Nutzung der mobilen Infrastruktur. In Österreich kann einem Neueinsteiger der Zugang zu Mobilfunknetzen bestehender Betreiber für eine begrenzte Zeit gewährt werden – dies trägt der Notwendigkeit der Förderung des Wettbewerbs Rechnung und schafft Anreize für Investitionen. In Belgien kann die NRB eine gemeinsame Nutzung unter Wahrung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit vorschreiben. Im Falle von Streitigkeiten zwischen Betreibern kann die NRB Gebühren für die Kostenteilung sowie die Bedingungen für die gemeinsame Nutzung von Antennenstandorten erheben. Sie kann auch nationale Roaming-Verpflichtungen für Betreiber vorschreiben, die den Zugang zu den Endnutzern kontrollieren. In Portugal geht das nationale Dekret über die Zulassung einer passiven Infrastrukturteilung hinaus und verpflichtet die Betreiber (soweit technisch möglich) aktiv, Vereinbarungen über die gemeinsame Nutzung passiver Vermögenswerte zu treffen. Was die aktive gemeinsame Nutzung der Infrastruktur betrifft, so bewertet die NRB die Vorschläge von Fall zu Fall danach, wie sich solche Vereinbarungen auf den Wettbewerb auswirken können. In Liechtenstein sind die Betreiber verpflichtet, Zugang zu passiven Infrastrukturanlagen zu gewähren, und die Mobilfunkbetreiber sind verpflichtet, Standorte zu teilen, sofern Kapazitäten verfügbar sind. In der Türkei wurden im Zeitraum 2011-2016 Ausnahmen von Verwaltungsgebühren als Anreiz zur Förderung von Teilungsvereinbarungen genutzt. Diese Ausnahmen wurden inzwischen aufgehoben, obwohl die Verpflichtung zur Teilung von Vereinbarungen weiterhin besteht.

12 von 29 europäischen Staaten berichten, dass ihre Länder Regeln für die gemeinsame Nutzung der Mobilfunkinfrastruktur bei der Vergabe von Frequenzen eingeführt haben. Frequenzuteilungen beinhalten oft Versorgungsverpflichtungen, die darauf abzielen, den Aufbau der Infrastruktur zu fördern, was die wechselseitige Nutzung aktiver Infrastruktur-Sharing-Vereinbarungen einschränkt. Dies ist in Österreich, Finnland und der Schweiz der Fall. Bei der bevorstehenden 3,4 - 3,8 GHz-Vergabe plant Österreich, das aktive Infrastruktur-Sharing in den drei größten Städten (Wien, Graz, Linz) zu verbieten, mit Ausnahme von nicht replizierbaren aktiven Komponenten, für die ein Sharing

³⁵ Vgl. BEREC (2018).

erlaubt ist. In Dänemark wird ein anderer Ansatz verfolgt. Der Frequenz- und Rechtsrahmen verbietet die gemeinsame Nutzung der Netze nicht und die kürzlich erteilten Frequenzlizenzen ermöglichen es den Betreibern, ihren Versorgungspflichten durch den Abschluss von Roaming-Verträgen nachzukommen. Ebenso haben Belgien, die Tschechische Republik, Frankreich und Rumänien den Lizenznehmern Verpflichtungen auferlegt, nationale Roaming-Dienste für Neueinsteiger zu erbringen oder Frequenzen mit Betreibern zu teilen, die über relativ geringe Frequenzanteile verfügen. Diese Verpflichtungen werden an die nationalen Gegebenheiten angepasst. In Belgien gilt die Verpflichtung für Betreiber, die über eine 2G-Versorgung verfügen, um neuen Marktteilnehmern ohne 2G-Fußabdruck (9 Jahre) die Möglichkeit zu geben, ihr eigenes nationales Netz aufzubauen. Ein ähnlicher Ansatz wird in Frankreich verfolgt, wo die Vergabe von 2G-Erneuerungen im Zeitraum 2006-2009 Verpflichtungen für nationale Roaming-Vereinbarungen in so genannten „weißen Gebieten“ beinhaltete und die Frequenzlizenzen der drei etablierten Betreiber im Jahr 2010 einem neuen Marktteilnehmer die Möglichkeit gaben, in den ersten sechs Jahren vom 2G-Nationalroaming zu profitieren.

Die portugiesische NRB verwies in ihrer Auktion 2011 (450 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2,1 GHz und 2,6 GHz Frequenzbänder) auf nationale gesetzliche Bestimmungen, um die Betreiber zu verpflichten, Vereinbarungen über die passive gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen auszuhandeln. In Liechtenstein hat die NRB in ihren Frequenzuteilungen Randbedingungen aufgenommen, die die Betreiber zur gemeinsamen Nutzung passiver Netzinfrastrukturen verpflichten – diese Randbedingungen erstreckten sich nicht auf aktive Netzelemente. In Griechenland und Ungarn ermöglichen die Frequenzuteilungen den Lizenzinhabern, passive Infrastruktur-Sharing-Vereinbarungen abzuschließen, wenn es keine tragfähigen Alternativen gibt. An solche Vereinbarungen sind Bedingungen geknüpft. So ist beispielsweise in Griechenland eine Notifizierungspflicht gegenüber der NRB vorgeschrieben, und es wird geprüft, dass keine Vereinbarung über die gemeinsame Nutzung den Wettbewerb einschränkt.

6.1.3 Möglichkeit der Auferlegung von Verpflichtungen zur gemeinsamen Netznutzung nach dem European Electronic Communication Code (EECC)

Der ins nationale Recht umzusetzende Kodex (EECC)³⁶ enthält folgende Regelungen, die nach unserer Auffassung von Bedeutung sind:

Nach Artikel 3 Abs. 2a, 2b und 3d EECC sind nationale Regulierungsbehörden zur Förderung der Konnektivität von sowie des Zugang zu und der Nutzung von Netzen – einschließlich Festnetz-, Mobilfunk- und Drahtlosnetzen – mit sehr hoher Kapazität durch alle Bürger und Unternehmen der Union; und zur Förderung des Wettbewerbs bei der Bereitstellung elektronischer Kommunikationsnetze und zugehöriger Einrichtungen – einschließlich eines effizienten Infrastrukturwettbewerbs – und des Wettbewerbs bei der

³⁶ Vgl. Recast vom 29. Juni 2018 (verfügbar unter: <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10692-2018-INIT/en/pdf>)

Bereitstellung elektronischer Kommunikationsdienste und zugehöriger Dienste angehalten sowie zur Förderung der Interessen der Bürgerinnen und Bürger der Union, indem sie die Konnektivität und breite Verfügbarkeit und Nutzung von Netzen – einschließlich Festnetz-, Mobilfunk- und Drahtlosnetzen – mit sehr hoher Kapazität, wie auch von elektronischen Kommunikationsdiensten, gewährleisten.

- Artikel 44 EECC: Für einen Betreiber, der private oder öffentliche Grundstücke nutzt, kann aus Gründen des Umweltschutzes, der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit oder der Städteplanung und Raumordnung, eine gemeinsame Unterbringung und gemeinsame Nutzung der installierten Netzbestandteile und zugehörigen Einrichtungen vorgeschrieben werden.
- Artikel 47 EECC: Mit der Zuteilung individueller Nutzungsrechte für Funkfrequenzen können individuelle Nutzungsrechte festgelegt werden, die eine optimale und möglichst effektive und effiziente Nutzung der Funkfrequenzen gewährleisten. Hierbei sind auch die folgenden Möglichkeiten vorgesehen:
 - a) die Möglichkeit einer gemeinsamen Nutzung von passiven oder aktiven Infrastrukturen,
 - b) gewerbliche Roaming-Zugangsvereinbarungen,
 - c) die Möglichkeit eines gemeinsamen Ausbaus von Infrastrukturen für die Bereitstellung von auf Funkfrequenzen gestützten elektronischen Kommunikationsnetzen oder -diensten, insbesondere um eine effektive und effiziente Frequenznutzung sicherzustellen oder die Versorgung zu verbessern.

Eine Auferlegung seitens der Regulierungsbehörde wird nicht geregelt. Bei der Erteilung, Änderung oder Verlängerung von Frequenznutzungsrechten kann, wenn es die Umstände rechtfertigen, an die Nutzungsrechte die Bedingung der Gewährung eines nationalen oder regionalen Roamings geknüpft werden (Art. 52 Abs. 2 EECC). Schließlich enthält Art. 61 Abs. 4 EECC die Befugnis, lokale Roamingzugangsvereinbarungen aufzuerlegen, sofern dies für die Bereitstellung von Diensten unmittelbar erforderlich ist und sofern keinem Unternehmen tragfähige und vergleichbare alternative Zugangswege zu den Endnutzern zu fairen und angemessenen Bedingungen zur Verfügung gestellt werden. Sofern an die Auferlegung von lokalem Roaming gedacht wird, ist zu prüfen, ob von dieser Maßnahme eine höhere Dienstqualität für die Endnutzer ausgeht, die technische Durchführbarkeit gegeben ist sowie welche Auswirkungen sich auf den Infrastrukturwettbewerb ergeben und ob technische Innovationen gefördert werden.

6.2 Vertragliche Vereinbarungen

Die am meisten verbreitete Form der Darstellung von Network-Sharing stellt die vertragliche, kommerzielle Vereinbarung über die Netzkooperation dar. Kommerzielle Vereinbarungen stellen die für die Beteiligten flexibelste Form dar. Die technischen und betrieblichen Funktionen, die dem Sharing unterliegen, werden sehr häufig von den entsprechenden Organisationseinheiten der Kooperationspartner erbracht. Damit sind die „sunk cost“ bei einer Auflösung der Kooperation bei diesem Modell auch geringer. Dies sieht dann anders aus, wenn ein Gemeinschaftsunternehmen zur Realisierung von Infrastruktur-Sharing gegründet wird. In diesem Fall sind die Kosten der Rückabwicklung höher. Insoweit könnte es eine Pfadabhängigkeit geben, die daraus hinausläuft, dass wenn bei 3G und 4G bereits ein weitgehendes Infrastruktur-Sharing besteht, dieses auch bei 5G fortgesetzt wird, da zunächst nicht zu erwarten ist, dass 5G „stand alone“, d. h. ohne Verknüpfung mit 4G, aufgebaut wird.

Sharing-Vereinbarungen können bilateral oder multilateral zwischen mehreren Betreibern verabredet sein. Umfassen sie alle Betreiber in einem Markt, ist das Risiko expliziten oder impliziten kollusiven Verhaltens größer als bei bilateralen Vereinbarungen. Derartige Vereinbarungen sollten daher generell von Regulierungsbehörden hinsichtlich möglicher Wettbewerbsbeeinträchtigungen geprüft werden

7 Neue Initiativen bzw. Möglichkeiten mit Blick auf 5G-Network-Sharing in ausgewählten Ländern

7.1 Infrastruktur-Sharing in Schweden

In Schweden sind intensive Formen des Network-Sharing zwischen allen vier Mobilfunknetzbetreibern bereits seit Jahren prägend für die gesamte Marktstruktur geworden.³⁷ Dies setzte mit der Vergabe der 3G-Lizenzen in 2000 ein. In 2000 wurden vier UMTS-Lizenzen vergeben und zwar an Tele2, Telenor (ursprünglich Vodafone), Hi3G und Orange. Bemerkenswerterweise erhielt damals das mit 50 % Marktanteil dominante Unternehmen Telia keine Lizenz. Orange und Hi3G waren Newcomer im schwedischen Markt. Das Lizenzierungsergebnis war ein Schock für Telia und führte in der Folge zur Fusion mit dem finnischen Betreiber Sonera (zu TeliaSonera).³⁸ Weiterhin war dies der Ausgangspunkt für die Begründung einer Network-Sharing-Vereinbarung mit Tele2, um Zugang zur 3G-Technologie zu erhalten.

Die Lizenzbedingungen sahen eine Bevölkerungsabdeckung von 99,98 % bis Ende 2003 vor. Hierfür wurde eine Netzgröße von 10.000 Masten geschätzt. Die Lizenzbe-

³⁷ Vgl. Neumann et al. (2016)

³⁸ Siehe OECD (2014): Wireless Market Structures and Network Sharing, OECD Digital Economy Papers, No. 243, OECD Publishing. DOI: 10.1787/5jxt46dzl9r2-en, S. 45.

dingungen sahen die Möglichkeit des Network-Sharing für bis zu 70 % der Funkinfrastruktur vor.

Nachdem Orange sich schnell vom Markt zurückzog und seine Lizenz zurückgab, bildeten die anderen Marktbeteiligten für ein umfassendes Network-Sharing ein Joint Venture für den Netzausbau. Tele2 bildete mit Telia das SUNAB Network-Sharing-Joint-Venture. Sie bauten ein gemeinsames 3G-Netz unter Nutzung der Tele2-Lizenz und -Frequenzen und der vorhandenen Infrastruktur von Telia Netzplanung. Der Incumbent TeliaSonera hatte zwar keine 3G-Lizenz erhalten, nahm aber die Kooperationsoption mit Tele2 an. Der Bau des Netzes wird von dem Joint Venture SUNAB betrieben. Beide Unternehmen betreiben davon getrennt ihr eigenes GSM-Netz. Der Anreiz für das Joint Venture war für beide Unternehmen groß. Tele2 hatte Zugang zu den flächendeckenden Netzressourcen des Incumbent und den erheblichen Einsparungen bei Investitionen und OPEX. TeliaSonera erhielt so die Möglichkeit, 3G-Dienste ohne eigene Lizenz (und ohne eigene Frequenzen) anzubieten.³⁹ Das Sharing bezieht sich auf das gesamte RAN, Backhaul, Frequenzen und die passive Infrastruktur. Die Begrenzung des Network-Sharing auf 70 % greift zudem für dieses Joint Venture nicht, da das Joint Venture nur über eine UMTS-Lizenz verfügt. Tele2 und TeliaSonera sind beide Eigner und Kunden von SUNAB. Gleichzeitig stellen sie dem Joint Venture Planungsressourcen zur Verfügung. Jeweils eine der Muttergesellschaften hat in einer von vier Regionen die Planungs- und Netzaufbauhoheit.⁴⁰ Jeder Betreiber hat sein eigenes Network-Operation-Center für Monitoring und Kontrolle des Netzes.

Auch Hi3G und Telenor bildeten eine Netzkoooperation (an der ursprünglich auch Orange beteiligt war) in Form des Joint Ventures 3GIS. Im Unterschied zu Telia/Tele2 mussten die Kooperationspartner neben dem Joint-Venture-Netz ein eigenes Netz für jeweils mindestens 30 % der Bevölkerung aufbauen. Das SUNAB-Joint-Venture verfügt dagegen nur über eine 3G-Lizenz und über nur ein Netz. Neben dem gemeinsamen 3G-Netzaufbau ließ Telenor auch zu, dass die Kunden von Hi3G auf dem 2G-Netz von Telenor roamen konnten in Bereichen, in denen Hi3G über keine 3G-Coverage verfügte. Die Roaming-Vereinbarung lief in 2008 aus.⁴¹ Diese weitreichende Netzkoooperation war insbesondere für Hi3G als Markteintreter besonders interessant.

In 2009 begründete sich ein weiteres auf Network-Sharing orientiertes Joint Venture im schwedischen Markt. Jenseits der bestehenden Netzkoooperationen verabredeten Telenor und Tele2 die Bildung eines neuen, auf den Aufbau eines 4G-Netzes orientierten Joint Ventures mit der Bezeichnung Net4Mobility. Abbildung 7 zeigt die komplexe resultierende Netzkoooperationsstruktur im schwedischen Markt. Bei Net4Mobility handelt es sich um eine besonders intensive Form der Kooperation. Beide Unternehmen erwarben

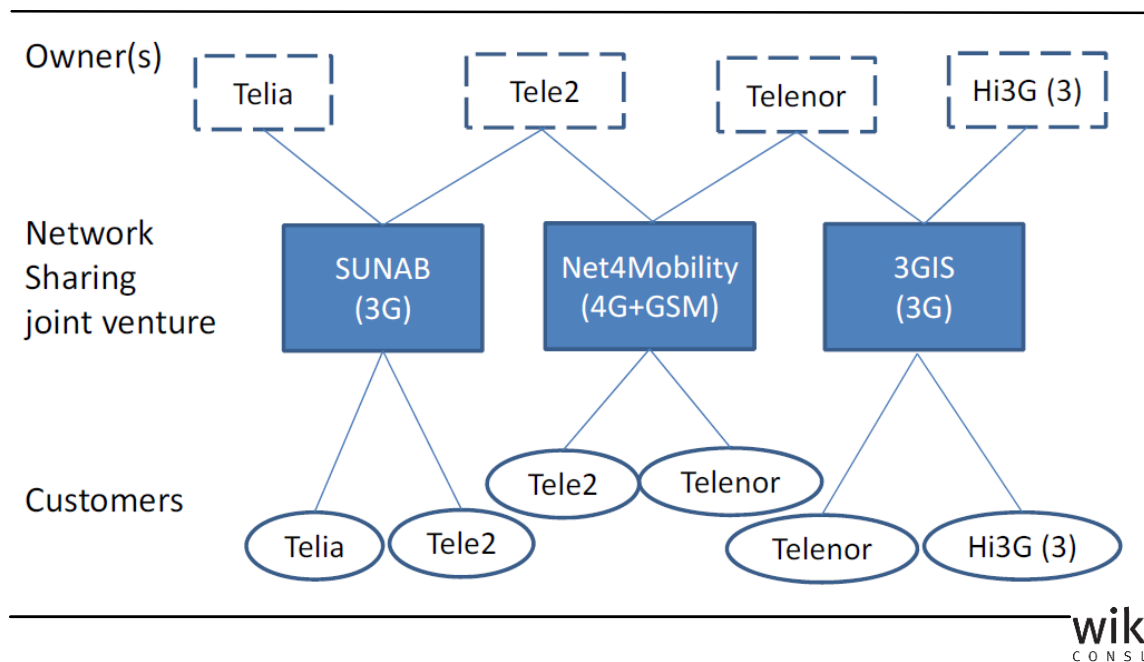
³⁹ Siehe OECD (2014), S. 47.

⁴⁰ Siehe Markendahl, J., Ghanbari, A. and Mölleryd, B. G. (2013): „Network Cooperation Between Mobile Operators - Why and How Competitors Cooperate?“, paper submitted to the IMP Conference 2013, Atlanta

⁴¹ Siehe Markendahl et al. (2013).

das 4G-Spektrum gemeinsam.⁴² Weiterhin brachten sie bestehende Lizenzen / Frequenzen im 900-MHz-, 1800-MHz- und 2600-MHz-Bereich in das Joint Venture ein.

Abbildung 7: Marktstrukturen, Kooperationen und Network-Sharing im schwedischen Markt



TeliaSonera hatte entschieden, sein eigenes 4G-Netz zu errichten und war nicht an der Ausdehnung der Netzkooperation mit Tele2 auf LTE interessiert.⁴³ Seit 2011 vermarkten TeliaSonera, Tele2 und Telenor 4G-Dienste. Bei der folgenden Auktion um 800 MHz-Frequenzen erwarb das Joint Venture Net4Mobility die Frequenzen direkt.

Die Joint Ventures im schwedischen Markt sind nicht wie viele andere Kooperationsvereinbarungen temporärer Natur. Sie sind eher auf Dauer angelegt und damit fester Bestandteil der Marktstruktur. Die gegenseitige Abhängigkeit ist erheblich. Trotz Ausstiegsklauseln in den Verträgen wäre die Auftrennung eines Joint Venture kostenseitig prohibitiv. Gegenstand der gemeinsamen Absprache sind Ausbaupläne, Investitionspläne, Spezifikation von Netz-Features und Site-Management. Verabredet werden müssen auch die Kostenaufteilungsregeln. Auch der regulatorische Rahmen wird seinen Einfluss gehabt haben. Die Netzkooperation wurde als einzige Möglichkeit für eine kosteneffiziente Erreichung der Versorgungsaufgabe gesehen, zumal Schweden sich durch in weiten Teilen des Landes durch eine geringe Bevölkerungsdichte auszeichnet.

⁴² Siehe OECD (2014), S. 47.

⁴³ Siehe Markendahl et al. (2013).

Es stellt sich natürlich die Frage, ob eine derart intensive Netzkooperation, die nahe bei einem Unternehmenszusammenschluss liegt, noch kompatibel mit einer wettbewerblichen Unabhängigkeit der Betreiber ist.

Auf der Endkundenebene stehen alle an den Joint Ventures beteiligten Unternehmen im Wettbewerb zueinander. Verkehrsdaten- und Nutzerstatistiken sind nicht gegenseitig verfügbar für die Sharing-Partner. In der Einschätzung der OECD⁴⁴ hat das extensive Network-Sharing in Schweden einem intensiven Wettbewerb nicht entgegengestanden. Die OECD weist in diesem Zusammenhang auf die hohe Performance des schwedischen Mobilfunkmarktes hin. Beeindruckend ist die hohe Netzabdeckung mit nahezu 100 % bei 3G und 99,2 % bei LTE im Oktober 2013. Dies ist besonders bemerkenswert bei der sehr niedrigen Bevölkerungsdichte in Schweden. Die Penetrationsraten liegen in der Spitzengruppe der OECD. Dies gilt auch für LTE.

Tabelle 2: Marktkennzeichen in Schweden

	TeliaSonera	Tele2	Telenor	Three
History	It was founded by a merger between Telia and Sonera in 2002, both of which were national dominant carriers in Sweden and in Finland respectively.	The company first started fixed telephony in 1993 and merged with a competitive mobile operator Comvik in 1997.	One of the first GSM operators in the country (Europolitan) was acquired by Vodafone and then purchased by Telenor in 2006.	It was established in 2000 by Hong Kong-based Hutchison Whampoa and Swedish Investor AB
Market shares in 2000	51%	32%	17%	-
<i>3G: Spectrum allocations and network developments</i>				
Spectrum licensed in 2001	-	15 MHz in 1920-80 Mhz 15 MHz in 2110-70 Mhz 5 MHz in 1900-20 Mhz	15 MHz in 1920-80 Mhz 15 MHz in 2110-70 Mhz 5 MHz in 1900-20 Mhz	15 MHz in 1920-80 Mhz 15 MHz in 2110-70 Mhz 5 MHz in 1900-20 Mhz
Network sharing JV	Svenska UMTS AB, 2001		3G Infrastructure Services AB, 2001	
Service launch	Mar 2004	Jun 2004	Feb 2004	May 2003
Coverage in January 2005	86%	86%	84%	84%
Mobile voice and data: Market share in June 2008	43%	32%	18%	6%
MBB: Market share in June 2008	40%	22%	15%	21%
<i>LTE: Potentially available spectrum and network developments</i>				
FDD 2600 MHz, May 2008	40 MHz	40 MHz	40 MHz	20 MHz
TDD 2600 MHz, May 2008	-	-	-	50 MHz (purchased from Intel in Dec 2010)
FDD 800 MHz, Mar 2011	20 MHz	20 MHz		20 MHz
FDD 900 MHz, May 2011	20 MHz	15 MHz	15 MHz	10 MHz
FDD 1800 MHz, Oct 2011	70 MHz	70 MHz		-
Network sharing JV	-	Net4Mobility, Nov 2011		-
Service launch	Dec 2009	Nov 2011	Nov 2011	Dec 2011
Time on LTE measured by OpenSignal, Feb 2014	57%	93%	85%	N/A
Mobile voice and data: Market share in June 2013	39%	29%	17%	11%
MBB: market share in June 2013	34%	25%	23%	15%

Quelle: OECD (2014), S. 46

⁴⁴ Siehe OECD (2014), S. 45ff.

Die OECD-Zahlen zeigen ein relativ niedriges Preisniveau. Dies unterstützt die These des intensiven Wettbewerbs. Die OECD folgert aus dem schwedischen Beispiel, dass hinreichend intensiver Wettbewerb trotz intensiver Netzkooperation, die flächendeckend erfolgt und auch die Frequenzen einschließt, möglich ist. Die Effizienz des Network-Sharing hat sich sicherlich auch dadurch eingestellt, dass die Kooperationen jeweils vor dem Aufbau der Netzinfrastruktur begründet wurden.

Die Marktstruktur, gemessen an der Verteilung der Marktanteile, hat sich eher in eine wettbewerbliche Richtung entwickelt. Der HHI-Index hat sich von 3914 in 2000 auf 2750 in 2008 und 2535 in 2013 vermindert. Eine Marktdominanz von TeliaSonera ist nicht mehr gegeben. Der Marktanteil des Unternehmens ist von 51 % in 2000 auf 34 % in 2013 zurückgegangen.

7.2 Ein neuer Ansatz der gemeinsamen Frequenznutzung aus den Vereinigten Staaten von Amerika

Bei der Vergabe der Frequenznutzungsrechte im 3.550–3.700-MHz-Frequenzband (insgesamt 150 MHz) hat die Federal Communications Commission (FCC) einen neuen Ansatz zur gemeinsamen Nutzung der Frequenzen entwickelt.⁴⁵ Hierbei werden traditionelle Frequenzzuteilungsparadigmen geändert. Frequenzbänder sollen von staatlichen und kommerziellen Nutzern gleichzeitig nebeneinander genutzt werden können, ebenso sollen exklusive und allgemeine Nutzungen in diesem Band nebeneinander möglich sein. In diesem Frequenzband gibt es drei Arten von Nutzern:

- “Incumbent users”, die gegenwärtig in diesem Frequenzbereich über Frequenznutzungsrechte verfügen. Diese werden für folgende Anwendungen genutzt: Militärische Radarsysteme und fester Satellitenfunk (Fixed Satellite Service (FSS)).
- Priority Access Licence (PAL): Nutzer die für 10 MHz Frequenzblöcke exklusive Frequenznutzungsrechte für mobile Breitbandzugang (Citizen Broadband Radio Service) erwerben.
- Allgemeinzuteilte Frequenznutzungsrechte für mobilen Breitbandzugang in den verbleibenden Frequenzbereichen, in denen keine Zuteilung exklusiver Frequenznutzungsrechte erfolgte.

Frequenznutzungsrechte werden regional, in sogenannten “Census Tracts” vergeben. Gegenwärtig beträgt die Anzahl 74.000, mit der Zielsetzung ca. 4.000 Einwohner zu erfassen. Abhängig von der Bevölkerungsdichte variiert die Fläche dieser Gebiete von einer Quadratmeile bis zu 85.000 Quadratmeilen (siehe Fußnote 223 des FCC-Dokuments) Häufig orientieren sich die Grenzen auch an politischen Grenzen (z. B. Stadtgebieten) oder natürlichen Grenzen (d. h. Bergen und Flüssen).

⁴⁵ Siehe hierzu https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-15-47A1.pdf.

In jeder Region werden maximal 70 MHz für Priority Access Licence vergeben. Ein einzelner Nutzer kann maximal 40 MHz an Frequenznutzungsrechten in einer Region erwerben. Sofern die Nachfrage nach derartigen exklusiven Lizenzen geringer ist, verringert sich der Umfang der hierfür bereitgestellten Frequenzen. Zunächst sollen die exklusiven Lizenzen für 3 Jahre zugeteilt werden.

Der Interferenzschutz ist abhängig von der Art der Lizenz. Militärische Radarsysteme und fester Satellitenfunk genießen priorisierten Interferenzschutz, gemäß ihren ursprünglichen Lizenzbedingungen. Exklusiv zugeteilte Frequenzen für mobiles Breitband genießen einen Interferenzschutz durch verbleibende allgemein zugeteilte Frequenznutzungsrechte für mobiles Breitband. Diese müssen jedoch die Nutzungsbeschränkungen gegenüber den "Incumbent users" einhalten. Lizenznehmer für allgemein zugeteilte Frequenznutzungsrechte haben keinen spezifischen Schutz mit Bezug auf Interferenzen.

Die konkreten Frequenznutzungsrechte in spezifischen Lagen werden mittels eines Software Tools ("automated channel assignment by a Spectrum Access System (SAS)" (siehe Seite 90 f des FCC-Dokuments.) zugeteilt. Heutzutage haben moderne Netzwerke die Steuerungsmöglichkeit, automatisch eine spezifische Kanalselektion vorzunehmen.

Ansonsten ist festzuhalten, dass die Unternehmen in den USA bisher auf nicht auf Infrastruktur-Sharing setzten. Aktives Infrastruktur-Sharing spielt wenn überhaupt nur eine untergeordnete Rolle.

7.3 5G-Infrastruktur-Sharing in Österreich

Am 19. September 2018 hat die Telekom-Control-Kommission (TKK) die Ausschreibungsunterlagen für die Frequenzen 3,4 bis 3,8 GHz veröffentlicht.⁴⁶ Im ersten Quartal 2019 fand die Versteigerung dieser Frequenzen in Österreich statt (<https://www.rtr.at/de/pr/PI07032019TK>). Im Vorfeld und ebenfalls maßgeblich mit Blick für die 5G Frequenzen hat die TKK ein Positionspapier zum Thema Infrastruktur-Sharing in Mobilfunknetzen im Mai 2018 veröffentlicht.⁴⁷ Mit diesem Papier soll den Mobilfunkbetreibern die Sichtweise der Telekom-Control-Kommission in Bezug auf die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur im Rahmen von Kooperationen nähergebracht werden. Das Positionspapier bezieht sich auf Vergaben im Spectrum Release Plan 2016. Dies umfasst die kurz- bis mittelfristig anstehenden Vergabeverfahren in folgenden Frequenzbereichen: 700 MHz; 1500 MHz; 2,1 GHz; 2,3 GHz und 3,4–3,8 GHz. Im nächsten Abschnitt präsentieren wir den Inhalt des TKK-Positionspapiers.

⁴⁶ TKK (2018): Ausschreibungsunterlage im Verfahren betreffend Frequenzzuteilungen im Frequenzbereich 3410 bis 3800 MHz., vom 19. September 2018, verfügbar unter <https://www.rtr.at/de/tk/5G-Auction-Tender-Documents>.

⁴⁷ Verfügbar unter <https://www.rtr.at/de/tk/TKKPosition2011>.

7.3.1 Grundsätze für Infrastruktur-Sharing im Mobilfunkbereich gemäß dem Positionspapier der TKK

In Österreich wurden Leitlinien für die Zulässigkeit von Kooperationen formuliert. Hinsichtlich des passiven Sharing gilt nach Ansicht der TKK:

- Die Mitnutzung passiver Infrastruktur ist nach § 8 Abs. 2 TKG 2003 zu ermöglichen.
- Wettbewerbliche Bedenken sind bei passivem Sharing bis zu 50 % mit einem Partner unwahrscheinlich. Darüber hinaus würde die Regulierungsbehörde eine Einzelfallprüfung anwenden.
- Für zukünftige Rollouts (d. h. neue Standorte) gibt die Regulierungsbehörde keine zahlenmäßige Grenze für Kooperationen zweier Mobilfunknetzbetreiber an. Einheitliche Netzplanung, gegenseitige Andienungspflicht, verpflichtende Vorabinformationen, Beschränkung des Zugangs für dritte Wettbewerber oder ähnliche Einschränkungen sind wahrscheinlich Wettbewerbsbeschränkungen. Demgegenüber sind jedoch das Ausmaß des Einsparpotentials, verringerte Auswirkung auf die Umwelt, schneller Versorgung mit einer neuen Technologie und bessere Glasfaseranbindung mit zu berücksichtigen.

Bezüglich des Backhauling gilt:

Eine gemeinsame Nutzung des Backhails ist allenfalls in Gesamtbetrachtung des Wettbewerbs zu berücksichtigen. Die Regulierungsbehörde ist der Ansicht, dass eine gemeinsame Nutzung der wesentlichen Funktionen des Kernnetzes durch die bestehenden Mobilfunknetzbetreiber keine signifikante Kosteneinsparungen im Verhältnis zu den Gesamtkosten des Betriebs eines Mobilfunknetzes mit sich bringen würde. Der erforderliche Umfang an Informationsaustausch und die intensive operative Koordination wird als problematisch angesehen. Die Regulierungsbehörde erwägt in den Frequenzzuteilungen, eine gemeinsame Nutzung von Backhaul zu untersagen.

Hinsichtlich des aktives Sharing gilt:

- Trennung zwischen Versorgungsaufgabe und Verpflichtung zu eigenem Infrastrukturausbau ermöglicht mehr aktives Sharing mit gewissen Einschränkungen, das zulässig sein soll.
- Es besteht ein Verbot von aktivem Sharing im Freien in Wien, Graz und Linz als große, sehr dicht besiedelte Gebiete. Hier sieht die Regulierungsbehörde nur geringe Skaleneffekte bei der Errichtung und beim Betrieb gemeinsamer aktiver Teile des Zugangsnetzes.
- In anderen Bereichen erfolgt eine wettbewerbsrechtliche Einzelfallprüfung, es bedarf jedoch keiner Genehmigung der Regulierungsbehörde sofern keine gemeinsame Frequenznutzung erfolgt. Effizienzgewinne, Unerlässlichkeit, Weitergabe an die Verbraucher und keine Ausschaltung des Wettbewerbs sind hier wesentliche Kriterien. Die Wahrscheinlichkeit der Koordinierung beim Austausch der Informationen

sowie die signifikante Angleichung der variablen Kosten spielen hierbei ebenfalls eine bedeutende Rolle.

- Es besteht eine Berichts- und Auskunftspflichten über aktives Sharing einmal jährlich gegenüber der Regulierungsbehörde und auf Anfrage in Bedarfsfällen.
- Das Kriterium der „Nicht-Replizierbarkeit“ wird als begründete Ausnahme vom Verbot aktiven Sharings angesehen. Aktive Teile des Zugangsnetzes gelten dann als „nicht replizierbar“, wenn aktives Sharing für effektiven Wettbewerb unter den Mobilfunkbetreibern objektiv notwendig ist. Für die objektive Notwendigkeit ist zu prüfen, ob Wettbewerber die betroffenen aktiven Teile des Zugangsnetzes in absehbarer Zeit replizieren können, um so eine wettbewerbliche Beschränkung am Markt ausüben zu können. Zusätzlich muss eine entsprechende Nachfrage nach Dienstleistungen bestehen und die betroffenen aktiven Teile des Zugangsnetzes müssen für die Bereitstellung dieser Dienstleistungen unerlässlich sein. Zugangsverpflichtung: Aktives Sharing ist auch außenstehenden Dritten auf Nachfrage anzubieten.
- Verstärkte Kooperationen sollen auch möglich sein bei nicht-replizierbaren aktiven Teilen, für die die Ausnahme vom Verbot in Anspruch genommen wird (Wien, Graz, Linz).
- Zulässigkeit von aktivem Sharing bei Sharing von nicht replizierbaren, aktiven Teilen des Zugangsnetzes zur Indoor-Versorgung von innen im gesamten Bundesgebiet.

Im Hinblick auf das Sharing von Legacy-Technologien gilt, dass hier eine gemeinsame Nutzung der Infrastruktur perspektivisch ermöglicht werden soll:

- Der gemeinsame Betrieb, also das Sharing von Legacy-Technologien (d. h. z. B. 2G, 3G) ist grundsätzlich möglich, wenn die Nutzungsbestimmungen der neu vergebenen Frequenzen keine Technologiebeschränkungen vornehmen. Es erfolgt eine wettbewerbsrechtliche Einzelfallprüfung
- 10 % bzw. 3 % Anteil der Legacy-Technologie am Verkehrsvolumen der Dienstleistung als Schwelle für 3 auf 2 bzw. 2 auf 1 Reduktion: Wenn weniger als 10 % des Verkehrs einer bestimmten Dienstleistung bei dem jeweiligen Mobilfunknetzbetreiber (etwa Sprachtelefonie oder Datenübertragung mit einer gewissen Mindestbandbreite) nur mehr alleine über eine Technologie abgewickelt werden kann, kann eine Reduktion auf zwei unabhängige Infrastrukturbetreiber für die Technologie zu rechtfertigen sein. Fällt der Anteil dieses Verkehrs auf unter 3 %, kann eine einzige einheitliche Infrastruktur für die Technologie und Dienste-Wettbewerb unter allen drei Betreibern und den MVNOs ausreichend sein.

In Österreich wurden auch explizite Regelungen zur Erleichterung des Markteintritts formuliert:

- Netzzugangsverpflichtungen für Newcomer in Bezug auf etablierte Mobilfunknetzbetreiber können vorübergehend auferlegt werden, um den Wettbewerb zu fördern.

- Förderung von Neueinsteigern oder MVNOs bei Vergaben ist möglich. Zu diesen Maßnahmen kann auch verpflichtendes Infrastruktur-Sharing für eine bestimmte Zeit (z. B. ein temporäres verpflichtendes nationales Roaming-Angebot für Neueinsteiger) gehören.
- Zur Förderung des Wettbewerbs am Endkundenmarkt kann etwa auch ein verpflichtendes Wholesale-Angebot für MVNOs auferlegt werden.
- Regeln dieses Positionspapiers gelten nicht für Kooperationen von oder mit Neueinsteigern. Die Regeln sind im Einzelfall festzulegen. Eine Kooperation eines Neueinsteigers mit einem bestehenden Mobilfunknetzbetreiber oder zweier Neueinsteiger miteinander wird in der Regel für zusätzlichen Dienste- und Infrastrukturwettbewerb sorgen. Daher wird eine solche Kooperation wahrscheinlich den Wettbewerb nicht im Sinne des Artikel 101 Abs. 1 AEUV beschränken.

7.3.2 Bestimmungen über Infrastruktur-Sharing im Rahmen der Vergabe von 3,6 GHz-Frequenzen

In den österreichischen Ausschreibungsbedingungen sind Regelungen zum Infrastruktur-Sharing mit Blick auf 3410 bis 3800 MHz (siehe TKK (2018), Seite 21 bis Seite 23) explizit dargelegt. Diese sind in Einklang mit dem oben diskutierten Positionspapier und beinhalten in Teilen eine Konkretisierung für die zur Vergabe stehenden Frequenzen. Dies betrifft die gemeinsame Nutzung des Kernnetzes und aktives Sharing. Ferner die Bedingungen unter denen Dritten Zugang zum aktiven Sharing zu gewähren ist sowie die Berichtspflicht gegenüber der Regulierungsbehörde hinsichtlich des aktiven Sharings. Nachfolgend präsentieren wir die Ausführungen der TKK.

7.3.2.1 Kern-Netz

Eine Kooperation zwischen zwei Frequenzzuteilungsinhabern im Bereich 3410 bis 3800 MHz bei wesentlichen Funktionen des Kernnetzes ist dann nicht zulässig, wenn mehr als ein an der Kooperation beteiligtes Unternehmen mehr als insgesamt 10 % der Nutzungsrechte in den Frequenzbereichen 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz (FDD) sowie 2600 MHz innehat oder mit Inhabern von mehr als 10 % eben dieser Nutzungsrechte eigentumsrechtlich im Sinne des Kapitel 5.2.2 (siehe Ausschreibungsdocument) verbunden ist.

7.3.2.2 Aktive Teile des Zugangsnetzes

Die aktiven Teile des Zugangsnetzes werden im Zusammenhang mit Infrastruktur-Sharing wie folgt definiert: Die aktiven Teile des Zugangsnetzes werden in der Regel mit elektrischer Energie betrieben und sind unter anderem für die Signalerzeugung, -verarbeitung und -verstärkung sowie die Steuerung verantwortlich. Dazu gehören unter

anderem die Sender und Empfänger, die Hardware und Software, die das Funksignal erzeugt, steuert und verstärkt bzw. empfängt und dekodiert, oder die elektronische Steuerung der Antennenausrichtung. Antennen, die elektrische Energie erfordern – also etwa solche mit einem elektrischen Verstärker oder einer elektrischen Steuerung der Ausrichtung – sind ebenfalls ein aktiver Teil. Vereinbarungen, die anderen Betreibern die Nutzung aktiver Teile erlauben (z. B. nationales Roaming), sind aktivem Sharing gleichgesetzt.

Aktive Teile des Zugangsnetzes gelten dann als „nicht replizierbar“, wenn aktives Sharing für effektiven Wettbewerb unter den Mobilfunkbetreibern objektiv notwendig ist. Für die objektive Notwendigkeit ist zu prüfen, ob Wettbewerber die betroffenen aktiven Teile des Zugangsnetzes in absehbarer Zeit replizieren können, um so eine wettbewerbliche Beschränkung am Markt ausüben zu können. Zusätzlich muss eine entsprechende Nachfrage nach Dienstleistungen bestehen und die betroffenen aktiven Teile des Zugangsnetzes müssen für die Bereitstellung dieser Dienstleistungen unerlässlich sein.

So können beispielsweise auch gesetzliche Regelungen im Einzelfall die gemeinsame Nutzung aktiver Teile des Zugangsnetzes zwingend erfordern. Sofern die Nicht-Replizierbarkeit nur für einzelne aktive Teile des Zugangsnetzes zutrifft, sind ausschließlich diese von unten dargestellten Regelungen umfasst.

7.3.2.3 Zugangsverpflichtung bei aktivem Sharing für Dritte

Unter folgenden Voraussetzungen ist bei einer gemeinsamen Nutzung aktiver Teile des Zugangsnetzes (aktives Sharing) im gesamten Bundesgebiet im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten Dritten auf Nachfrage nichtdiskriminierender Zugang zu gewähren:

- 1) Die aktiven Teile dienen der Versorgung von durch besondere bauliche Maßnahmen abgegrenzten Bereichen, die nicht von außenliegenden Standorten ausreichend versorgt werden können (z. B. Tunnels, U-Bahnen, Stadien, Einkaufszentren).
- 2) Die aktiven Teile sind nicht replizierbar.
- 3) Die gemeinsame Nutzung erfolgt mit Frequenzen im Bereich 3410 - 3800 MHz.
- 4) Mehr als ein an der Kooperation beteiligtes Unternehmen hat mehr als insgesamt 10 % der Nutzungsrechte in den Frequenzbereichen 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz (FDD) sowie 2600 MHz inne oder ist mit Inhabern von mehr als 10 % eben dieser Nutzungsrechte eigentumsrechtlich im Sinne des Kapitel 5.2.2 verbunden.
- 5) Eine Zugangsberechtigung für Dritte bei nicht replizierbarer Infrastruktur besteht nur, wenn das dritte Unternehmen Nutzungsrechte in einem Frequenzbereich, der

sich für eine flächendeckende Versorgung mit Mobilfunkdiensten eignet (z. B. 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz FDD), innehat.

Sollte einem nachfragenden Dritten der Zugang nicht gewährt werden bzw. kommt eine Vereinbarung über das Mitbenützungsrecht oder die Abgeltung binnen einer Frist von vier Wochen ab Einlangen der Nachfrage des Zugangsberechtigten nicht zustande, so kann jeder der Beteiligten die Regulierungsbehörde zur Entscheidung anrufen.

7.3.2.4 Verbot von aktivem Sharing im Freien in Wien, Graz und Linz sowie diesbezügliche Ausnahmen

In den politischen Gemeinden Wien, Graz und Linz ist die Versorgung im Freien – inklusive die Versorgung von Gebäuden von außenliegenden Standorten aus – mit den zugeteilten Frequenznutzungsrechten im Bereich 3410–3800 MHz ausschließlich mit einem Zugangsnetz ohne aktives Sharing zulässig.

Eine Ausnahme vom Verbot von aktivem Sharing in den Gebieten Wien, Graz und Linz besteht dann, wenn keines oder nur eines der beteiligten Unternehmen mehr als insgesamt 10 % der Nutzungsrechte in den Frequenzbereichen 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz (FDD) sowie 2600 MHz innehat oder mit Inhabern von mehr als 10 % der Nutzungsrechte der genannten Frequenzbereiche eigentumsrechtlich im Sinne des Kapitel 5.2.2 verbunden ist.

Eine weitere Ausnahme vom Verbot von aktivem Sharing in Wien, Graz und Linz besteht für jene aktiven Teile des Zugangsnetzes, die nicht replizierbar sind. Für diese ist im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten Dritten auf Nachfrage nichtdiskriminierender Zugang zu gewähren; dies gilt dann, wenn die Ziffern 2 bis 5 von (siehe oben) erfüllt sind.

Sollte einem nachfragenden Dritten der Zugang nicht gewährt werden bzw. kommt eine Vereinbarung über das Mitbenützungsrecht oder die Abgeltung binnen einer Frist von vier Wochen ab Einlangen der Nachfrage des Zugangsberechtigten nicht zustande, so kann jeder der Beteiligten die Regulierungsbehörde zur Entscheidung anrufen.

7.3.2.5 Berichts- und Auskunftspflicht

Jeder Frequenzzuteilungsinhaber hat der Regulierungsbehörde jeweils bis spätestens 28.02. eines Jahres allfällige Aktivitäten betreffend aktivem Sharing des jeweiligen Vorjahres bekanntzugeben (bundesweit, innerhalb und außerhalb von Gebäuden). Die Bekanntgabe hat folgende Angaben zu enthalten:

- Sharing-Partner,
- der zeitliche Rahmen,

- genutzte Frequenzbereiche,
- Technologie (z. B. 2G, 3G, 4G, 5G),
- darüber abgewickelte Verkehrsmenge im Vorjahr (getrennt nach Gigabyte im Uplink und Downlink und nach Sprachminuten),
- versorgter Bereich,
- Anzahl und Lage der Standorte,
- technische Beschreibung der gemeinsam genutzten aktiven Teile.

Zusätzlich ist für nicht replizierbare Infrastrukturen für die Versorgung im Freien – inklusive für die Versorgung von Gebäuden von außenliegenden Standorten aus – innerhalb von Wien, Graz und Linz anzugeben:

- Name und Kontaktdaten des Bereitstellers des Standortes,
- Nachweis der Nicht-Replizierbarkeit des Standortes (Kosten, Nachfrage, Unerlässlichkeit).

Darüber hinaus haben die Frequenzzuteilungsinhaber der Regulierungsbehörde auf Nachfrage jederzeit alle erforderlichen Informationen zu etwaigem aktivem Sharing im Zugangsnetz bereitzustellen. Insbesondere sind der Behörde auf Nachfrage sämtliche vertraglichen Vereinbarungen, die aktives Sharing betreffen, zugänglich zu machen.

7.4 5G-Infrastruktur-Sharing in Großbritannien

Aktuell bereitet Ofcom in Großbritannien die Vergabe der 700 MHz Frequenzen vor. Die Versteigerung der Frequenznutzungsrechte ist für die zweite Hälfte 2019 anvisiert. Die finale Entscheidung über die Versorgungsverpflichtungen soll im ersten Quartal gefällt werden. Aktuell liegt ein Konsultationsentwurf vor.⁴⁸ Hier wird eruiert, wie die Versorgungsverpflichtungen sein könnten und Infrastruktur-Sharing gefördert werden kann. Parallel dazu gibt es einen Bericht für die Regierung, welche Optionen bestehen, die Mobilfunkversorgung zu verbessern⁴⁹.

Die gemeinsame Nutzung der Infrastruktur kann den Business-Case für die Errichtung neuer Standorte verbessern, da sich die Betreiber die Kosten teilen können. Sie kann auch eine Rolle bei der Schließung von Netzlücken spielen. Letzteres wird jedoch durch die Tatsache eingeschränkt, dass einige vorhandene Masten möglicherweise nicht für die gemeinsame Nutzung geeignet sind.

⁴⁸ Ofcom (2018): Improving mobile coverage: Proposal for coverage obligations in the award of the 700 MHz spectrum band verfügbar. Verfügbar unter: https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0022/111937/consultation-700mhz-coverage-obligations.pdf.

⁴⁹ Ofcom (2018): Further options for improving mobile coverage – Advice to the Government). Verfügbar unter: https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0017/120455/advice-government-improving-mobile-coverage.pdf.

Im Vereinigten Königreich findet bereits zu einem beträchtlichen Umfang eine gemeinsame Nutzung der Infrastruktur statt, insbesondere bei den folgenden beiden Joint Ventures:

- a) Comerstone: O2 und Vodafone haben ein gemeinsames Netz aufgebaut, das Großbritannien in zwei geografische Zonen außerhalb Londons (Ost und West) unterteilt. London wird unterschiedlich behandelt und ist für die 4G-Technologie in Norden und Süden geteilt. In jedem Gebiet ist ein Betreiber der „Host“, der die von beiden Unternehmen genutzten Standorte besitzt und betreibt. Die Vereinbarungen sehen sowohl eine passive gemeinsame Nutzung (innerhalb Londons) als auch eine aktive gemeinsame Nutzung (im Übrigen Vereinigten Königreich) vor, wobei das resultierende gemeinsame Netzwerk den Datenverkehr über eine geringere Anzahl von Standorten konsolidiert hat. Beide Betreiber unterhalten ihre eigenen Kernnetze.
- b) MBNL: 3 und EE teilen sich national die passive Infrastruktur für den größten Teil ihrer Netztechnologie und nutzen aktive Elemente ihres 3G-Netzes gemeinsam. Die beiden Betreiber unterhalten ihre separaten Kernnetze.

Dies sind kommerzielle Vereinbarungen, und Ofcom geht davon aus, dass innerhalb jedes Joint Ventures die meisten Standorte gemeinsam genutzt werden. Allerdings gibt es nur eine begrenzte Anzahl von Site-Sharing zwischen den Joint Ventures. Gemeinsam mit der britischen Regierung und den dezentralen Verwaltungen hat Ofcom sich für die Nutzung von Sharing im Rahmen des Machbaren ausgesprochen. Zu diesem Zweck gibt es derzeit Maßnahmen, die die gemeinsame Nutzung fördern und sogar vorschreiben. Dazu gehören:

- a) Die Vorschriften zum Kodex für die elektronische Kommunikation (Bedingungen und Einschränkungen): Regulation 3(4) der Code Regulations lautet: „Ein Code-Betreiber muss, soweit möglich, die Nutzung der elektronischen Kommunikationsvorrichtung teilen.“ Vor kurzem wurde auch der Kodex für elektronische Kommunikation aktualisiert, um den Prozess der gemeinsamen Nutzung von Standorten für Mobilfunknetzbetreiber zu erleichtern.
- b) Die Communications (Access to Infrastructure) Regulations: Die ATI Regulations gewähren Mobilfunknetzbetreibern das Recht, Informationen, eine Bestandsaufnahme und Zugang zu den Standorten von Wettbewerbern zum Zwecke der Installation von Hochgeschwindigkeitsnetzausrüstungen anzufordern. Die Betreiber können einen Antrag ablehnen, wenn dies aus objektiven, transparenten und verhältnismäßigen Gründen unzumutbar ist.

Neuere Arten des Sharing können in Zukunft immer häufiger vorkommen. So wird beispielsweise 5G das Network-Slicing ermöglichen – dedizierte virtuelle Netzwerke, die auf verschiedene Dienste oder Kunden unter Verwendung einer gemeinsamen Netzwerkinfrastruktur zugeschnitten sind.

Ofcom prüft, wie die weitere gemeinsame Nutzung erleichtert werden kann, und dies insbesondere für neue Standorte (da einige bestehende Masten für die gemeinsame Nutzung ungeeignet sind). Dazu gehört auch ein Vorschlag im Rahmen der 700-MHz-Konsultation, die Betreiber zu verpflichten, Informationen über neue Standorte in ländlichen Gebieten früher im Planungsprozess auszutauschen. (Ofcom vertritt die Auffassung, dass der Informationsaustausch zwischen den Betreibern über die Lage der geplanten neuen Maststandorte (auf denen 700 MHz eingesetzt werden sollen) in ländlichen Gebieten einige Zeit vor der Veröffentlichung dieser Informationen im Rahmen des Planungsprozesses im Einklang mit dem Wettbewerbsrecht ist. Insbesondere hält Ofcom es für angemessen, dass diese Informationen den anderen Betreibern mindestens 30 Tage vor einer Planungsnotifikation oder -anwendung zur Verfügung gestellt werden, wobei darauf hingewiesen wird, dass dies unter Nutzung bestehender Betreiberplattformen für den Informationsaustausch über Standort-Sharing umgesetzt werden kann.)

Darüber hinaus prüft Ofcom, ob mehr getan werden kann, um den passiven Austausch zu fördern, z. B. durch eine weitere Reform der Planungsrahmen oder durch eine Anpassung des Rahmens für die Erteilung von Frequenzen, um das Entstehen neutraler Hosts zu erleichtern.

Wholesale Access in ländlichen Gebieten

Die Zugangsregulierung auf der Vorleistungsebene für den ländlichen Raum könnte zu einer Erhöhung der Netzausbreitung um 5–10 Prozentpunkte für den hinterherhinkenden Betreiber führen. Zusammen mit den von Ofcom vorgeschlagenen Versorgungsverpflichtungen würde dies dazu führen, dass jeder der vier Netzbetreiber eine Netzausbreitung von 90 % erreicht. Ofcom schätzt, dass die Einführung eines ländlichen Vorleistungszugangs 5–15 Mio. £ pro Netzbetreiber und jährliche OPEX von 2–3 Mio. £ pro Netzbetreiber kosten würde. Es bestünde allerdings die Gefahr, dass der Zugang zum ländlichen Wholesale die Investitionsanreize untergräbt, aber angemessene Vorleistungspreise können dieses Risiko abmildern. Der sicherste Weg zur Einführung von Zugangsregulierung wäre eine gemeinsame Vereinbarung mit den Mobilfunknetzbetreibern.

Weitere Aspekte, die Ofcom im Blick hat, um die Mobilfunkversorgung zu erhöhen

Eine weitere Liberalisierung der Planungsvorschriften würde zur Verbesserung der Mobilfunkversorgung beitragen. Eine engere Abstimmung zwischen den Planungsregeln für Mobilfunkbetreiber und denen für Wasser- und Energiebetreiber würde den Ausbau der Abdeckung erleichtern und verbilligen. An ländlichen Standorten machen die Business Rates (Vermögenssteuer) einen erheblichen Teil des OPEX aus. Die Senkung der Business Rates könnte daher eine wichtige Rolle bei der Erleichterung der Einführung neuer Versicherungsangebote spielen.

8 5G und Infrastruktur-Sharing: zusammenfassende Betrachtung, Stand und Perspektiven

Der Überblick über Infrastruktur-Sharing in Europa zeigt ein sehr unterschiedliches Bild, das aber mit folgenden Thesen beschrieben werden kann:

1. Die gemeinsame Nutzung von passiven Elementen ist heute überall etabliert. Diese Form der gemeinsamen Nutzung muss vor dem Hintergrund, dass der leistungsgebundene Anteil in den Mobilfunknetzen mit 5G deutlich ansteigen bzw. wichtiger wird, weiter gefördert werden.
2. Ob sich die Vorzeichen des Infrastruktur-Sharing allein mit 5G ändern werden, ist abzuwarten. Einzelne Länder (z. B. Schweden) denken daran, bei 3,6 GHz-Frequenzen keine Versorgungsaufgaben vorzugeben, weil einerseits eine ausreichende Flächendeckung, andererseits die Erwartung besteht, dass wegen der Ausbreitungseigenschaften 5G in diesem Frequenzband nur in den urbanen Regionen zur Anwendung kommen wird.
3. Weitergehende Infrastruktur-Sharing-Modelle (z. B. RAN-Sharing) finden sich dort, wo sich bereits im Zuge der Vergabe von 3G-Lizenzen Mobilfunknetzbetreiber für Infrastruktur-Sharing entschieden haben. In Schweden beispielsweise war der führende Anbieter zu Kooperationen gezwungen, weil er keine Frequenznutzungsrechte bei 2 GHz erhalten hatte. In Deutschland gab es diesbezüglich zwar Ansätze, die jedoch aufgrund fehlender Newcomer und der Fusion von E-Plus und Telefónica Deutschland oder strategischen Überlegungen der etablierten Netzbetreiber nicht umgesetzt wurden. Wie sich in den Ländern das Infrastruktur-Sharing weiter entwickeln wird, ist abzuwarten, weil sich die Rahmenbedingungen mit einem Abschalten von 3G-Technologien verändern könnten. Somit ist beim Infrastruktur-Sharing eine „Life-Cycle“-Betrachtung angebracht.
4. Je größer das Gebiet, in dem eine gemeinsame Nutzung von Netzelementen stattfindet und je länger derartige Nutzungen bereits etabliert sind und die involvierten Parteien auf gemeinsam genutzte LTE-Netze aufsetzen wollen, desto größer sind die Vorteile auch bei 5G, insbesondere dann, wenn es um eine flächendeckende Versorgung mit 5G geht. Hier sollte dann überlegt werden, ob nicht auch MOCN gefördert werden sollte, um eine dynamische Zuweisung von Funkressourcen bei hochwertigen Anwendungen (beispielsweise mit hohen Uplink-Datenraten) zu ermöglichen. In diesem Fall könnten beteiligte Mobilfunknetzbetreiber über Frequenzressourcen verfügen, die sie allein nicht zum Einsatz bringen könnten.
5. Je ungleicher die Marktstruktur (im Sinne von Marktanteilen) ist und je länger diese Ungleichheit anhält, desto weniger stark ist das Infrastruktur-Sharing ausgeprägt. Eine staatliche Forcierung von Infrastruktur-Sharing kann sich hier negativ auf die Geschwindigkeit des weiteren Netzausbaus auswirken bzw. zu „Stranded Investments“ führen, wenn ein angeordnetes Infrastruktur-Sharing be-

reits aufgebaute Infrastrukturen (z. B. Sendestandorte) entwertet, weil sie nicht mehr benötigt werden.

6. Es gibt Pfadabhängigkeiten: Die Länder, in denen bei 3G und 4G Infrastruktur-Sharing bis zu RAN-Sharing stattfindet, werden voraussichtlich auch bei 5G (in der nicht Stand-Alone-Variante) auf dieses Instrument setzen. Die Mobilfunknetzbetreiber, die durchgehend einen Infrastruktur-Wettbewerb präferieren, werden kaum auf dieses Instrument setzen, es sei denn, es gibt entsprechende regulatorische, legislative Vorgaben oder der Kostendruck steigt vor dem Hintergrund stagnierender Umsätze im Privatkundengeschäft.
7. In einzelnen Ländern wurde ein Sharing-Konzept entwickelt, um die Kosten der Versorgung in Gebieten mit sehr geringer Bevölkerungsdichte zu senken und damit eine Versorgung zu ermöglichen. In Deutschland gab es in der Vergangenheit keine Ansätze, über Infrastruktur-Sharing die Versorgung gerade in sehr dünnbesiedelten Flächen auszuweiten. Erst vor dem Hintergrund politischer Forderungen, schnellstmöglich eine „Vollversorgung“ herzustellen, scheinen Sharing-Ansätze an Bedeutung zu gewinnen. Auch ist denkbar, dass sich beispielsweise die etablierten Mobilfunknetzbetreiber die Versorgung von „Weißen Flecken“ untereinander aufteilen und dann wechselseitig den anderen Netzbetreibern ihr Netz via Infrastruktur-Sharing zur Verfügung stellen.
8. Es gibt aber gute Gründe, neue Konzepte des Sharing zu entwickeln, um 5G weiter zu fördern (use it or lease it) oder mittels gemeinsamer Frequenznutzungen die Effizienz der Frequenznutzung zu steigern (gemeinsame Nutzung von Rundfunkfrequenzen). Ebenso können die Kosten, die von Versorgungsaufgaben ausgehen, zu einem Mehr an Sharing führen.

Die obigen Thesen und Ableitungen begründen sich wie folgt:

Zu 1 (Sharing von passiven Netzelementen):

Eine Analyse von BEREC zeigt, dass es die übereinstimmende Erwartung gibt, dass mit 5G mehr Standorte für Mobilfunknetze erschlossen werden müssen. Zudem gewinnt Glasfaser beim Backhauling an Bedeutung. Damit muss es weitere Investitionen in passive Netzelemente geben, die wie bei rein leitungsgebundenen Technologien einen relevanten Anteil des CAPEX auf sich vereinen. Insofern kommt es künftig verstärkt auch darauf an, dass Mobilfunknetzbetreiber auf passive Infrastrukturen wie Leerrohre oder Dark Fibre Zugang haben. Sofern es hier regulatorische Einschränkungen gibt, kann dies den Rollout von 5G behindern.

Passives Sharing wird in Deutschland bereits intensiv genutzt, insbesondere mit Blick auf die gemeinsame Nutzung von Standorten. In einem Interview beim Handelsblatt vom 11.12.2018 weist der CEO von Telefónica Deutschland darauf hin, dass sie 70 % ihrer Standorte gemeinsam mit anderen nutzen. Derartige gemeinsame Nutzungen finden sich insbesondere auch in Ballungsgebieten, in denen es im Einzelfall schwierig ist, geeignete (zusätzliche) Standorte zu finden. Betrachtet man Flughäfen, so werden

meist die Standorte von dem Flughafenbetreiber bereitgestellt und die Mobilfunknetzbetreiber stellen an diesen ihr aktives Equipment bereit.

Im Zusammenhang mit passiver Infrastruktur sind noch die EMF-Grenzwerte und Messverfahren angesprochen. Hier steht die Befürchtung im Raum, dass die aktuell geltenden Grenzwerte an bestehenden Standorten eine Nutzung von 3,6 GHz mehrerer Mobilfunknetzbetreiber nicht ermöglichen.

Zu 2 (Weitergehende Infrastruktur-Sharing-Modelle im Kontext von UMTS):

Die gemeinsame Nutzung von aktiven Netzelementen (z. B. MORAN) ist in einigen Mitgliedstaaten ausgeprägt, in anderen, so Deutschland, überhaupt nicht. Wie ist das für Deutschland zu erklären?

Eine Begründung dafür liegt darin, dass Modelle einer gemeinsamen Nutzung wie in Großbritannien zwar einmal angedacht wurden (zwischen E-Plus und Quam), diese jedoch nie in der Praxis umgesetzt werden konnten. Bevor es zum Infrastruktur-Sharing kommen konnte, war Quam aus dem Markt ausgeschieden.

In Deutschland war es in der Vergangenheit kennzeichnend, dass die Mobilfunknetzbetreiber in unterschiedlichem Ausmaß aber durchgehend auf einen Infrastrukturwettbewerb gesetzt haben. Wenn es über die gemeinsame Nutzung von Standorten hinaus Bestrebungen oder Überlegungen gab, Infrastruktur-Sharing auszuweiten, dann gingen die Initiativen von den Mobilfunknetzbetreibern mit geringeren Marktanteilen (Viag Interkom, heute Telefónica, oder E-Plus, heute Telefónica) aus. Deren Motivation, auf die Karte Infrastruktur-Sharing zu setzen, ist aber im jeweiligen Marktkontext zu sehen. Viag Interkom hatte über einen gewissen Zeitraum eine National-Roaming-Vereinbarung mit der Telekom Deutschland, um ihren Markteintritt zu erleichtern. Mit steigendem Marktanteil und neuen Diensten wurde die National-Roaming-Vereinbarung betriebswirtschaftlich negativ beurteilt.

Zu 3 (Größe des Gebiets):

Je früher beispielsweise ein RAN-Sharing einsetzte, desto früher wurde die Netzarchitektur darauf abgestellt. Wenn nun mit der Zuteilung von Frequenzen als Ergebnis der Versteigerung 2019 von 2 GHz und 3,6 GHz Frequenzen in Deutschland die Versorgung von Haushalten auf 98 % in jedem Bundesland erhöht wird und zudem Mobilfunknetzbetreiber selbständig die Hauptverkehrswege versorgen, verringern sich die (zusammenhängenden) Flächen, die für ein Infrastruktur-Sharing geeignet sind. Angesichts hoher Transaktionskosten und technischer Einschränkungen, beispielsweise bei latenzkritischen Anwendungen, fällt die Kosten-Nutzen-Relation selbst bei den Mobilfunknetzbetreibern negativ aus, die im Vergleich zu ihren Wettbewerbern noch mehr in den Ausbau der Infrastruktur investieren müssen. Das Extrembeispiel ist hier die punktuelle gemeinsame Versorgung von Verkehrswegen beispielsweise im Wege des Roamings.

Zu 4 (Je gleicher die Marktanteile, desto eher gibt es Anreize für Infrastruktur-Sharing):

In Deutschland gab es bis zur Fusion von Telefónica und E-Plus zwischen den Mobilfunknetzbetreibern erhebliche Unterschiede bei den Marktanteilen und der Netzabdeckung. Von daher sind die aktuellen Anreize für freiwillige Netzkooperationen mit Blick auf aktive Elemente zwischen den Marktführern Deutsche Telekom und Vodafone einerseits und Telefónica andererseits gering. Die Mobilfunkmarktführer heben sich bewusst durch Investitionen und Marketing mit Blick auf ihre Netzverfügbarkeit und -qualität ab. Eine Verpflichtung zu einer gemeinsamen Nutzung von aktiven Netzelementen könnte von daher hier kontraproduktiv auf zukünftige Netzinvestitionen der Marktführer wirken. Die freiwillige Möglichkeit zur gemeinsamen Netznutzung von aktiven Netzelementen besteht ja bereits, wenn auch unter dem Vorbehalt der wettbewerblichen Prüfung sowie der frequenzregulatorischen Zulässigkeit. Zudem besteht aufgrund der Vergabebedingungen der 2 GHz und 3,6 GHz Frequenzen ein Verhandlungsgebot für Infrastruktur-Sharing und Roaming.

Es besteht die begründete Vermutung, dass die Kostenvorteile der Fusion von E-Plus und Telefónica im Wesentlichen auch hätten erreicht werden können, hätte man sich auf ein RAN-Sharing verständigt. In einem solchen Szenario hätte ein Sharing die wettbewerbsspolitisch nachteiliger zu beurteilende Fusion (Verschwinden eines Marktteilnehmers) vermeiden geholfen.

Zu 5 (Pfadabhängigkeiten):

Länder, in denen bei 3G und 4G Infrastruktur-Sharing bis zu RAN-Sharing stattfindet, werden voraussichtlich auch bei 5G (in der nicht Stand-Alone-Variante) auf dieses Instrument setzen. Die anderen Länder werden auf Infrastruktur-Wettbewerb setzen. Deutschland zählt zu den Ländern, in denen die drei Mobilfunknetzbetreiber abgesehen von der gemeinsamen Nutzung passiver Netzinfrastruktur unabhängig voneinander ihre 2G- / 3G- / 4G-Mobilfunknetze betreiben. Der Infrastrukturwettbewerb hat sich mit der Deutschen Telekom und Vodafone als Marktführer mit Blick auf Netzwerk-Rollout etabliert. Beide Mobilfunknetzbetreiber liefern sich einen Wettstreit mit Blick auf Netzverfügbarkeit und Netzqualität. Telefónica hinkt hinterher. Angesichts des weitgehenden Netzrollouts sind die unversorgten attraktiven Gebiete und damit verbundenen Lücken vergleichsweise gering. Die Schwierigkeiten (z. B. Netzkoordinierung, Notwendigkeit gleicher Equipment-Hersteller, Generierung hoher Qualitätsmerkmale für 5G-Dienste) bei der potentiellen gemeinsamen Nutzung aktiver Netzelemente überwiegen nach Sicht der Netzbetreiber potentielle Vorteile. Die Netzeinsparungskosten werden als gering eingeschätzt, zumal der wesentliche Kostenblock die passive Infrastruktur ist. Hier finden ja bereits in großem Umfang gemeinsame Nutzungen statt und sind wohl auch für die Zukunft intendiert.

Zu 6 (Weiße Flecken und Kooperationen)

Die Möglichkeiten des Infrastruktur-Sharing haben in Deutschland bislang nicht dazu geführt, dass sie eingesetzt wurden, um die Versorgung von „Weißen Flecken“ verstärkt gemeinsam anzugehen. Dies hat vielfältige Gründe. Zunächst sind die Mobilfunknetzbetreiber in den letzten Jahren primär damit befasst, die bestehenden Versorgungsaufgaben (beispielsweise aus dem Jahr 2015) zu erfüllen. Ein Ausbau in den „Weißen Flecken“ wäre dabei geeignet gewesen, die Ausbauressourcen von den Gebieten wegzulenken, die wirtschaftlich profitabel sind. Zudem fokussierte die Regulierung vor 2017 primär auf 98 % der Haushalte. Erst mit der anstehenden Vergabe von Frequenzen bei 2 GHz und 3,6 GHz, der Veröffentlichung von internationalen Vergleichen über die Verfügbarkeit von LTE, sowie den volkswirtschaftlichen Aspekten von 5G rückte die fehlende Versorgung zunehmend in den Fokus der Mobilfunknetzbetreiber und der Politik. Eine „konzertierte Aktion“ der Mobilfunknetzbetreiber unterblieb jedoch, was primär auf wirtschaftliche Überlegungen zurückzuführen ist. Im Übrigen laufen die Ausbauprogramme der Mobilfunknetzbetreiber aktuell noch, so dass unklar ist, welche „Restmenge“ nach Erfüllung von Versorgungsaufgaben noch besteht. Im Ergebnis ist festzuhalten, dass es bisher keine „Sharing-Kultur“ in Deutschland gibt. Alle drei etablierten Mobilfunknetzbetreiber präferieren den Infrastrukturwettbewerb und sind mit ihren spezifischen Ausbauprogrammen, die nicht bei allen Mobilfunknetzbetreibern seit Jahren konsequent umgesetzt werden, befasst.

Zu 7 (neue Ansätze zur Verbesserung der Frequenznutzung):

Hier sind verschiedene Aspekte zu betrachten:

Um die Versorgung mit 5G möglichst vielen Bürgern in den Mitgliedstaaten zu ermöglichen, denken einzelne Staaten und Akteure über neue Konzepte nach. In Italien wurde beispielsweise im Zuge der Vergabe von Frequenzen bei 3,6 GHz das Konzept „use it or lease it“ eingeführt. Wenn ein Frequenzzuteilungsnehmer die ihm zugeteilten Frequenzen nicht in einem Ort nutzt, kann ein Dritter diese Frequenzen „leasen“ und in dem nicht versorgten Ort einsetzen. Über vergleichbare Konzepte denken auch andere Regulierungsbehörden nach.

Ein zweiter Aspekt geht auf die technischen Möglichkeiten einer gemeinsamen Frequenznutzung ein. Aus technischer Sicht gibt es keine unüberwindbaren Barrieren mit Blick auf ein Frequenz-Sharing, die die wettbewerbliche Unabhängigkeit nicht unzulässig einschränken. Frequenz-Pooling könnte beispielsweise eine potentielle Alternative für den Netzbetreiber sein, Dienste bereitstellen zu können. Softwaredefiniert können in diesem Fall Priorisierungen und individuelle Netzkapazitäten in derartigen Gebieten bereitgestellt werden.

Netzkooperationen zwischen privaten und öffentlichen Netzen werden ebenfalls als möglich und, je nach Nutzungsart, als sinnvoll angesehen. Bereits jetzt nutzen Mobilfunknetzbetreiber physische Netzinfrastrukturen von lokalen Unternehmen.

9 Fazit mit Blick auf Deutschland

Eine möglichst flächendeckende Versorgung mit 5G-Diensten nach dem bestehenden bzw. sich ergebenden Bedarf sowie qualitativ hochwertige Netzinfrastrukturen und darauf basierende 5G-Mobilfunkdienste sind die primären Zielsetzungen mit Blick auf 5G und die diesbezügliche Frequenznutzung. Hierbei steht nicht nur die Versorgung mit einem mobilen Breitbandzugang für private und gewerbliche Nutzer im Fokus, sondern auch die 5G-Netzstrukturen, die für Industrie 4.0-Anwendungen, Smart-Farming, BOS, autonomes Fahren etc. mit ihren spezifischen Anforderungen im Hinblick auf Latenz, Redundanz und Kapazität erforderlich sind. Günstige Preise für die Endkunden und auch eine diversifizierte Vielfalt an möglichen Angeboten sind natürlich ebenso von hoher Bedeutung.

Um diese Ziele zu erreichen, ist es sinnvoll, Infrastruktur-Sharing mit Blick auf passive Netzelemente zwischen den Mobilfunknetzbetreibern nicht nur weiterhin zu ermöglichen sondern auch zu fördern. Dies senkt die Kosten für die Netzinfrastruktur in erheblichem Maße und kann zu einer signifikanten Ausweitung der Angebote aller Mobilfunknetzbetreiber auch in der Fläche führen. Wettbewerbliche Probleme und Schwierigkeiten beim Netzbetrieb treten nicht auf. Netzqualität und Dienste können unternehmensspezifisch gestaltet werden. Qualitätseinbußen sind nicht vorprogrammiert.

Mit Blick auf die Förderung von Infrastruktur-Sharing passiver Elemente im Mobilfunkbereich sehen wir die folgenden Aspekte aus regulatorischer Sicht als erwägenswert:

- Eine detaillierte Erfassung der jeweils aktuellen und zukünftigen 5G-Netzinfrastrukturen in Deutschland sowie die damit verbundene Versorgung von Gebieten und angebotenen Diensten (d. h. insbesondere Qualitätsparameter) sowohl mit Blick auf Breitband für Haushalte, Industrie-4.0-Dienste, BOS-Dienste, Smart Farming, autonomes Fahren, Versorgung von Schienen- und Wasserwegen von Seiten der Bundesnetzagentur sollte erwogen werden. Nur auf diese Weise wird eine genau dokumentierte Entscheidungsgrundlage für die sinnvolle Gewährung gemeinsamer Netznutzungen im Mobilfunkbereich geschaffen.
- Zentrale Informationsstelle über Mobilfunk-Standorte / Infrastruktur der einzelnen Mobilfunknetzbetreiber: Generierung einer zentralen Informationsstelle, wo die Mobilfunknetzbetreiber Informationen über die Verfügbarkeit von aktuellen Standorten der anderen Netzbetreiber und der Möglichkeit der gemeinsamen Netznutzung erhalten. Ferner sollte erwogen werden, dass hier auch Informationen diesbezüglich mit Blick auf die Netzplanung bereitgestellt wird.

In Deutschland haben alle drei Netzbetreiber, historisch gewachsen, unabhängig voneinander, eine eigene aktive Netzinfrastruktur. Die Mobilfunknetzbetreiber haben nach eigenen Angaben aktuell kein Interesse – aufgrund der damit verbundenen Schwierigkeiten beim Netzbetrieb und der Generierung individueller qualitativ hochwertiger Dienste – an der gemeinsamen Nutzung aktiver Netzelemente. Es werden mehr die Nachteile als die Vorteile von Infrastruktur-Sharing gesehen (siehe nachfolgende Tabelle). Ob diese Einschätzung künftig noch trägt, bleibt aber abzuwarten. Vor dem Hintergrund des bereits heute hohen Kostendrucks sowie der neuen technischen Möglichkeiten (SDN/NFV) sind Sharing-Konzepte einfacher umzusetzen. Ebenso ist noch unklar, ob ohne ein Sharing vor allem in der Fläche künftige Anwendungen im Bereich des vernetzten Fahrens wirtschaftlich und technischen angeboten werden können.

Tabelle 3: Positive und negative Aspekte von Infrastruktur-Sharing

Positive Aspekte von Infrastruktur-Sharing	Kritische Aspekte von Infrastruktur-Sharing
• Kosteneinsparungen • Leichter Zugang zu Standorten für Sendeanlagen • Schneller und leichtere Erfüllung der Versorgungsaufgaben • Höhere Netzabdeckung und Netzqualität • Resilienz beim Netzausfall	• Wettbewerblicher Vorteil gegenüber Wettbewerber schwindet • Verhandlungskosten bei der Ausgestaltung der vertraglichen Zusammenarbeit • Technische Probleme aufgrund der Nutzung gemeinsamer Netze bzw. Netzelemente • Restriktionen bei der Auswahl der Equipment-Hersteller • Einschränkungen bei der Ausgestaltung eigener Dienste

Quelle: WIK

Von daher wäre die Auferlegung einer Verpflichtung zur gemeinsamen Nutzung aktiver Netzelemente kontraproduktiv und würde somit allenfalls einen negativen Einfluss auf den Infrastrukturwettbewerb haben. Die aktuellen Leitlinien der Bundesnetzagentur, die aktives Sharing erlauben aber nicht vorschreiben, erscheinen somit derzeit als adäquat.

Literaturverzeichnis

- Beirat der BNetzA (2018): Beiratsbeschluss vom 25.06.2018, verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/BeiraeteundAusschuesse/Beirat/Beschluesse/BeschlussBeirat25062018.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- BEREC (2018): BEREC Report on infrastructure sharing, BoR (18) 116, verfügbar unter https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8164-berec-report-on-infrastructure-sharing
- BEREC (2018a): Study on Implications of 5G Deployment on Future Business Models, BoR (18) 23, verfügbar unter https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8008-study-on-implications-of-5g-deployment-on-future-business-models
- BNetzA (2018): Entscheidung der Präsidentenkammer der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen vom 26. November 2018 über die Festlegungen und Regeln im Einzelnen (Vergaberegeln) und über die Festlegungen und Regelungen für die Durchführung des Verfahrens (Auktionsregeln) zur Vergabe von Frequenzen in den Bereichen 2GHz und 3,6GHz.- Aktenzeichen: BK1-17/001-Verfügbar unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/Mobilfunk/DrahtloserNetzzugang/Mobilfunk2020/20181126_Entscheidungen_III_IV.pdf;jsessionid=1477B619BFA04FDA41D6D1ECE5A15F3?__blob=publicationFile&v=1
- Council of the European Union (2018): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing the European Electronic Communications Code (Recast – outcome of the proceedings, 10692/18; “Recast vom 29. Juni 2018“, verfügbar unter: <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10692-2018-INIT/en/pdf>
- Dialog-Consult / VATM, 20. TK-Marktanalyse Deutschland 2018.
- Dot Econ/Axon (2018): Study on Implications of 5G Deployment on Future Business Models; No BEREC/2017/02/NP3.
- Elbanna, A. (2019): 5G Status Studie: Herausforderungen, Standardisierung, Netzarchitektur und geplante Netzentwicklung, WIK-Diskussionsbeitrag, erscheint demnächst.
- Markendahl, J., Ghanbari, A. and Mölleryd, B. G. (2013): „Network Cooperation Between Mobile Operators - Why and How Competitors Cooperate?“, paper submitted to the IMP Conference 2013, Atlanta
- Neumann et al. (2016): Network Sharing im Mobilfunk und Festnetz-Mobilfunk-Konvergenz in der Schweiz, Studie für das Bundesamt für Kommunikation und die Eidgenössische Kommunikationskommission, verfügbar unter https://www.comcom.admin.ch/dam/comcom/de/dokumente/network-sharing/WIK-Studie_Mobilfunk.

OECD (2014): Wireless Market Structures and Network Sharing, OECD Digital Economy Papers, No. 243, OECD Publishing. DOI: 10.1787/5jxt46dzt9r2-en, S. 45.

Ofcom (2018): Improving mobile coverage: Proposal for coverage obligations in the award of the 700 MHz spectrum band verfügbar. Verfügbar unter: https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0022/111937/consultation-700mhz-coverage-obligations.pdf.

Ofcom (2018): Further options for improving mobile coverage – Advice to the Government). Verfügbar unter: https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0017/120455/advice-government-improving-mobile-coverage.pdf.

TKK (2011): Positionspapier der TKK zum Thema Infrastructure Sharing in Mobilfunknetzen, verfügbar unter <https://www.rtr.at/de/tk/TKKPosition2011>.

TKK (2018): Ausschreibungsunterlage im Verfahren betreffend Frequenzuteilungen im Frequenzbereich 3410 bis 3800 MHz., vom 19. September 2018, verfügbar unter <https://www.rtr.at/de/tk/5G-Auction-Tender-Documents>.

WIK-Consult (2018): 5G-Konnektivität in der Gesamtarchitektur von Gigabitnetzen, Studie für das BMVi, derzeit noch nicht veröffentlicht.

Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 361: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:
Qualitätsfaktoren in der Post-Entgeltregulierung, November 2011
- Nr. 362: Gernot Müller:
Die Bedeutung von Liberalisierungs- und Regulierungsstrategien für die Entwicklung des Eisenbahnpersonenfernverkehrs in Deutschland, Großbritannien und Schweden, Dezember 2011
- Nr. 363: Wolfgang Kiesewetter:
Die Empfehlungspraxis der EU-Kommission im Lichte einer zunehmenden Differenzierung nationaler Besonderheiten in den Wettbewerbsbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Relevante-Märkte-Empfehlung, Dezember 2011
- Nr. 364: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:
Vom Smart Grid zum Smart Market – Chancen einer plattformbasierten Interaktion, Januar 2012
- Nr. 365: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm, Anne Stetter:
Analyse der Kabelbranche und ihrer Migrationsstrategien auf dem Weg in die NGA-Welt, Februar 2012
- Nr. 366: Dieter Elixmann, Christin-Isabel Gries, J. Scott Marcus:
Netzneutralität im Mobilfunk, März 2012
- Nr. 367: Nicole Angenendt, Christine Müller, Marcus Stronzik:
Elektromobilität in Europa: Ökonomische, rechtliche und regulatorische Behandlung von zu errichtender Infrastruktur im internationalen Vergleich, Juni 2012
- Nr. 368: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele, Martin Zauner:
Kostenstandards in der Ex-Post-Preiskontrolle im Postmarkt, Juni 2012
- Nr. 369: Ulrich Stumpf, Stefano Lucidi:
Regulatorische Ansätze zur Vermeidung wettbewerbswidriger Wirkungen von Triple-Play-Produkten, Juni 2012
- Nr. 370: Matthias Wissner:
Marktmacht auf dem Primär- und Sekundär-Regelenergiemarkt, Juli 2012
- Nr. 371: Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:
Prognosemodelle zur Nachfrage von Briefdienstleistungen, Dezember 2012
- Nr. 372: Thomas Plückebaum, Matthias Wissner:
Bandbreitenbedarf für Intelligente Stromnetze, 2013
- Nr. 373: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:
Der Netzbetreiber an der Schnittstelle von Markt und Regulierung, 2013
- Nr. 374: Thomas Plückebaum:
VDSL Vectoring, Bonding und Phantoming: Technisches Konzept, marktliche und regulatorische Implikationen, Januar 2013
- Nr. 375: Gernot Müller, Martin Zauner:
Einzelwagenverkehr als Kernelement eisenbahnbezogener Güterverkehrskonzepte?, Dezember 2012
- Nr. 376: Christin-Isabel Gries, Imme Philbeck:
Marktentwicklungen im Bereich Content Delivery Networks, April 2013
- Nr. 377: Alessandro Monti, Ralf Schäfer, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:
Kundenbindungsansätze im deutschen TK-Markt im Lichte der Regulierung, Februar 2013
- Nr. 378: Tseveen Gantumur:
Empirische Erkenntnisse zur Breitbandförderung in Deutschland, Juni 2013
- Nr. 379: Marcus Stronzik:
Investitions- und Innovationsanreize: Ein Vergleich zwischen Revenue Cap und Yardstick Competition, September 2013
- Nr. 380: Dragan Ilic, Stephan Jay, Thomas Plückebaum, Peter Stamm:
Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, August 2013

- Nr. 381: Matthias Wissner:
Regulierungsbedürftigkeit des Fernwärmesektors, Oktober 2013
- Nr. 382: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:
Netzzugang im Briefmarkt, Oktober 2013
- Nr. 383: Andrea Liebe, Christine Müller:
Energiegenossenschaften im Zeichen der Energiewende, Januar 2014
- Nr. 384: Christian M. Bender, Marcus Stronzik:
Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts - Internationale Erfahrungen und Implikationen für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, März 2014
- Nr. 385: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm:
Die Marktentwicklung für Cloud-Dienste - mögliche Anforderungen an die Netzinfrastuktur, April 2014
- Nr. 386: Marcus Stronzik, Matthias Wissner:
Smart Metering Gas, März 2014
- Nr. 387: René Arnold, Sebastian Tenbrock:
Bestimmungsgründe der FTTP-Nachfrage, August 2014
- Nr. 388: Lorenz Nett, Stephan Jay:
Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, September 2014
- Nr. 389: Stephan Schmitt:
Energieeffizienz und Netzregulierung, November 2014
- Nr. 390: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:
Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschlussnetze durch Mitverlegung mit Stromnetzen, September 2014
- Nr. 391: Peter Stamm, Franz Büllingen:
Stellenwert und Marktperspektiven öffentlicher sowie privater Funknetze im Kontext steigender Nachfrage nach nomadischer und mobiler hochbitratiger Datenübertragung, Oktober 2014
- Nr. 392: Dieter Elixmann, J. Scott Marcus, Thomas Plückebaum:
IP-Netzzusammenschaltung bei NGN-basierten Sprachdiensten und die Migration zu All-IP: Ein internationaler Vergleich, November 2014
- Nr. 393: Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:
Implikationen der Internationalisierung von Telekommunikationsnetzen und Diensten für die Nummernverwaltung, Dezember 2014
- Nr. 394: Rolf Schwab:
Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, Dezember 2014
- Nr. 395: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia Niederprüm:
Produktive Effizienz von Postdienstleistern, November 2014
- Nr. 396: Petra Junk, Sonja Thiele:
Methoden für Verbraucherbefragungen zur Ermittlung des Bedarfs nach Post-Universaldienst, Dezember 2014
- Nr. 397: Stephan Schmitt, Matthias Wissner:
Analyse des Preissetzungsverhaltens der Netzbetreiber im Zähl- und Messwesen, März 2015
- Nr. 398: Annette Hillebrand, Martin Zauner:
Qualitätsindikatoren im Brief- und Paketmarkt, Mai 2015
- Nr. 399: Stephan Schmitt, Marcus Stronzik:
Die Rolle des generellen X-Faktors in verschiedenen Regulierungsregimen, Juli 2015
- Nr. 400: Franz Büllingen, Solveig Börnsen:
Marktorganisation und Marktrealität von Machine-to-Machine-Kommunikation mit Blick auf Industrie 4.0 und die Vergabe von IPv6-Nummern, August 2015
- Nr. 401: Lorenz Nett, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:
Ein Benchmark neuer Ansätze für eine innovative Ausgestaltung von Frequenzgebühren und Implikationen für Deutschland, November 2015

- Nr. 402: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk:
Zur Marktabgrenzung bei Kurier-, Paket- und Expressdiensten, November 2015
- Nr. 403: J. Scott Marcus, Christin Gries, Christian Wernick, Imme Philbeck:
Entwicklungen im internationalen Mobile Roaming unter besonderer Berücksichtigung struktureller Lösungen, Januar 2016
- Nr. 404: Karl-Heinz Neumann, Stephan Schmitt, Rolf Schwab unter Mitarbeit von Marcus Stronzik:
Die Bedeutung von TAL-Preisen für den Aufbau von NGA, März 2016
- Nr. 405: Caroline Held, Gabriele Kulenkampff, Thomas Plückebaum:
Entgelte für den Netzzugang zu staatlich geförderter Breitband-Infrastruktur, März 2016
- Nr. 406: Stephan Schmitt, Matthias Wissner:
Kapazitätsmechanismen – Internationale Erfahrungen, April 2016
- Nr. 407: Annette Hillebrand, Petra Junk:
Paketshops im Wettbewerb, April 2016
- Nr. 408: Tseveen Gantumur, Iris Henseler-Unger, Karl-Heinz Neumann:
Wohlfahrtsökonomische Effekte einer Pure LRIC - Regulierung von Terminierungsentgelten, Mai 2016
- Nr. 409: René Arnold, Christian Hildebrandt, Martin Waldburger:
Der Markt für Over-The-Top Dienste in Deutschland, Juni 2016
- Nr. 410: Christian Hildebrandt, Lorenz Nett:
Die Marktanalyse im Kontext von mehrseitigen Online-Plattformen, Juni 2016
- Nr. 411: Tseveen Gantumur, Ulrich Stumpf:
NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern, Juni 2016
- Nr. 412: Alex Dieke, Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:
UPU-Endvergütungen und internationaler E-Commerce, September 2016 (in deutscher und englischer Sprache verfügbar)
- Nr. 413: Sebastian Tenbrock, René Arnold:
Die Bedeutung von Telekommunikation in intelligent vernetzten PKW, Oktober 2016
- Nr. 414: Christian Hildebrandt, René Arnold:
Big Data und OTT-Geschäftsmodelle sowie daraus resultierende Wettbewerbsprobleme und Herausforderungen bei Datenschutz und Verbraucherschutz, November 2016
- Nr. 415: J. Scott Marcus, Christian Wernick:
Ansätze zur Messung der Performance im Best-Effort-Internet, November 2016
- Nr. 416: Lorenz Nett, Christian Hildebrandt:
Marktabgrenzung und Marktmacht bei OTT-0 und OTT-1-Diensten, Eine Projektskizze am Beispiel von Instant-Messenger-Diensten, Januar 2017
- Nr. 417: Peter Kroon:
Maßnahmen zur Verhinderung von Preis-Kosten-Scheren für NGA-basierte Dienste, Juni 2017
- Nr. 419: Stefano Lucidi:
Analyse marktstruktureller Kriterien und Diskussion regulatorischer Handlungsoptionen bei engen Oligopolen, April 2017
- Nr. 420: J. Scott Marcus, Christian Wernick, Tseveen Gantumur, Christin Gries:
Ökonomische Chancen und Risiken einer weitreichenden Harmonisierung und Zentralisierung der TK-Regulierung in Europa, Juni 2017
- Nr. 421: Lorenz Nett:
Incentive Auctions als ein neues Instrument des Frequenzmanagements, Juli 2017
- Nr. 422: Christin Gries, Christian Wernick:
Bedeutung der embedded SIM (eSIM) für Wettbewerb und Verbraucher im Mobilfunkmarkt, August 2017

- Nr. 423: Fabian Queder, Nicole Angenendt, Christian Wernick:
Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland, Dezember 2017
- Nr. 424: Stefano Lucidi, Bernd Sörries, Sonja Thiele:
Wirksamkeit sektorspezifischer Verbraucherschutzregelungen in Deutschland, Januar 2018
- Nr. 425: Bernd Sörries, Lorenz Nett:
Frequenzpolitische Herausforderungen durch das Internet der Dinge - künftiger Frequenzbedarf durch M2M-Kommunikation und frequenzpolitische Handlungsempfehlungen, März 2018
- Nr. 426: Saskja Schäfer, Gabriele Kulenkampff, Thomas Plückebaum unter Mitarbeit von Stephan Schmitt:
Zugang zu gebäudeinterner Infrastruktur und adäquate Bepreisung, April 2018
- Nr. 427: Christian Hildebrandt, René Arnold:
Marktbeobachtung in der digitalen Wirtschaft – Ein Modell zur Analyse von Online-Plattformen, Mai 2018
- Nr. 428: Christin Gries, Christian Wernick:
Treiber und Hemmnisse für kommerziell verhandelten Zugang zu alternativen FTTB/H-Netzinfrastrukturen, Juli 2018
- Nr. 429: Serpil Taş, René Arnold:
Breitbandinfrastrukturen und die künftige Nutzung von audiovisuellen Inhalten in Deutschland: Herausforderungen für Kapazitätsmanagement und Netzneutralität, August 2018
- Nr. 430: Sebastian Tenbrock, Sonia Strube Martins, Christian Wernick, Fabian Queder, Iris Henseler-Unger:
Co-Invest Modelle zum Aufbau von neuen FTTB/H-Netzinfrastrukturen, August 2018
- Nr. 431: Johanna Bott, Christian Hildebrandt, René Arnold:
Die Nutzung von Daten durch OTT-Dienste zur Abschöpfung von Aufmerksamkeit und Zahlungsbereitschaft: Implikationen für Daten- und Verbraucherschutz, Oktober 2018
- Nr. 432: Petra Junk, Antonia Niederprüm:
Warenversand im Briefnetz, Oktober 2018
- Nr. 433: Christian M. Bender, Annette Hillebrand:
Auswirkungen der Digitalisierung auf die Zustelllogistik, Oktober 2018
- Nr. 434: Antonia Niederprüm:
Hybridpost in Deutschland, Oktober 2018
- Nr. 436: Petra Junk:
Digitalisierung und Briefsubstitution: Erfahrungen in Europa und Schlussfolgerungen für Deutschland, Oktober 2018
- Nr. 437: Peter Kroon, René Arnold:
Die Bedeutung von Interoperabilität in der digitalen Welt – Neue Herausforderungen in der interpersonellen Kommunikation, Dezember 2018
- Nr. 438: Stefano Lucidi, Bernd Sörries:
Auswirkung von Bündelprodukten auf den Wettbewerb, März 2019
- Nr. 439: Christian M. Bender, Sonja Thiele:
Der deutsche Postmarkt als Infrastruktur für europäischen E-Commerce, April 2019
- Nr. 440: Serpil Taş, René Arnold:
Auswirkungen von OTT-1-Diensten auf das Kommunikationsverhalten – Eine nachfrageseitige Betrachtung, Juni 2019
- Nr. 441: Serpil Taş, Christian Hildebrandt, René Arnold:
Sprachassistenten in Deutschland (Juni 2019)
- Nr. 442: Fabian Queder, Marcus Stronzik, Christian Wernick:
Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTP-Infrastrukturen in Europa (Juni 2019)
- Nr. 443: Lorenz Nett, Bernd Sörries:
Infrastruktur-Sharing und 5G: Anforderungen an Regulierung, neue wettbewerbliche Konstellationen (Juli 2019)

SSN 1865-8997