

Der deutsche Telekommunikationsmarkt im internationalen Vergleich – Abschlussbericht –

Autoren:

Dr. Christian Wernick
Julian Knips
Dr. Sebastian Tenbrock
Dr. Sonia Strube Martins
Menessa Ricarda Braun
Dr. Marcus Stronzik

WIK-Consult GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, Juli 2020

Impressum

WIK-Consult GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
E-Mail: info@wik-consult.com
www.wik-consult.com

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin	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 7043
Steuer-Nr.	222/5751/0926
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

Management Summary

Die Telekommunikationsindustrie spielt eine zentrale Rolle für die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft. Hochbitratige Fest- und Mobilfunknetze sind Voraussetzung für die Umsetzung innovativer Anwendungen und Geschäftsmodelle. Leistungsfähige Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen stellen ein wichtiges Entscheidungskriterium bei der internationalen und nationalen Standortwahl von Unternehmen dar. Der Aufbau neuer und der Ausbau bestehender Netze sind damit Voraussetzung für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland, die Schaffung gleichwertiger Lebensverhältnisse in Stadt und Land und die gesellschaftliche Teilhabe.

Die vorliegende Studie untersucht die Leistungsfähigkeit der Telekommunikationsinfrastrukturen für Festnetz und Mobilfunk, den Digitalisierungsgrad von Wirtschaft und Gesellschaft sowie die Rolle der öffentlichen Hand in der IKT-Welt in Deutschland im Vergleich zu welt- und europaweit führenden Volkswirtschaften und digitalen Vorreitern. Im Einzelnen werden China, Dänemark, Frankreich, Japan, die Niederlande, Schweden, die Schweiz, Spanien, Südkorea, die USA und das Vereinigte Königreich untersucht.

Mit 87,9 % der Haushalte verfügt Deutschland über eine hohe Abdeckung von Next Generation Access-Breitbandanschlüssen (NGA-Anschlüsse), die Geschwindigkeiten von mindestens 30 Mbit/s im Download bereitstellen. Dieser Wert bewegt sich auf vergleichbarem Niveau wie in Spanien, China und Schweden und ist deutlich höher als der Referenzwert für Frankreich. Deutschland profitiert hierbei von den Kabelnetzen, die 64 % der Haushalte abdecken und durch Aufrüstung Gigabitgeschwindigkeiten erreichen können, sowie von den mit Vectoring- und Super-Vectoring-Technologie aufgerüsteten Kupfernetzen, über die Geschwindigkeiten bis zu 250 Mbit/s im Download möglich sind.

Betrachtet man die Verfügbarkeit und Marktanteile der leistungsfähigeren Glasfasernetze bis ins Gebäude bzw. in die Wohnung (Fibre to the Building bzw. Home - FTTB/H), liegt Deutschland in unserem Ranking auf dem vorletzten Platz. Unsere Analysen deuten vor allem auf zwei Ursachen hin: Zum einen ist die geringe Verfügbarkeit von FTTB/H auf die hohen Ausbaurückstellungen zurückzuführen. Zum anderen hat sich die Priorisierung auf weniger leistungsfähige, aber schneller und kostengünstiger realisierbare Fibre to the Curb (FTTC)-Anschlüsse negativ auf den Ausbau zukunftssicherer FTTB/H-Netze ausgewirkt.

Die deutschen Mobilfunknetze schneiden bei der Netzabdeckung im Vergleich zu den digitalen Vorreitern relativ schlecht ab. Allerdings bestehen zwischen den drei Netzbetreibern deutliche Versorgungsunterschiede. Anbieterübergreifend sind der Anteil der mobilen Breitbandnutzer an der Gesamtbevölkerung und die mobile Datennutzung pro SIM-Karte in Deutschland unter den untersuchten Ländern am niedrigsten.

Von hoher gesamtwirtschaftlicher Relevanz im Bereich Mobilfunk ist das Thema 5G. Besonders schnell schreitet der Ausbau von 5G-Sendestandorten in China und Südkorea voran. Die Mehrheit der Anwendungen, die dort bisher über 5G vermarktet werden, sind jedoch dem Consumer-Bereich zuzuordnen und könnten auch über LTE-Technologie realisiert werden.

Die von uns betrachteten Indikatoren zum Digitalisierungsgrad von Wirtschaft und Gesellschaft zeigen ein heterogenes Bild. Bei der Zahl der Patentanmeldungen in Relation zur Bevölkerungszahl ist Deutschland unter den europäischen Ländern unserer Stichprobe führend, was auf die Innovationskraft der Wirtschaft hinweist. Bei den übrigen Indikatoren bewegt sich Deutschland im Mittelfeld. Hierfür sind verschiedene Ursachen denkbar. Bei gewerblichen Kunden spielen sicherlich Engpässe in der Versorgung (bspw. bei der Glasfaseranbindung von Gewerbestandorten) eine Rolle. Weitere Ursachen könnten die in Deutschland relativ stark ausgeprägten Bedenken bzgl. der Datensicherheit sowie eine gewisse Technologiezurückhaltung in Teilen der Bevölkerung sein. Ein Indiz hierfür ist, dass die Nutzungsintensität von Social-Media-Anwendungen in Deutschland unter den betrachteten Ländern am niedrigsten ist.

Die Rolle der öffentlichen Hand für die Entwicklungen in einer von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) geprägten Welt hängt stark von der jeweiligen Situation vor Ort und historischen Pfadabhängigkeiten ab. Die Entwicklungen in Südkorea, Japan und China sind geprägt durch ganzheitliche, langfristig ausgelegte Digitalisierungsstrategien mit einer starken Rolle der öffentlichen Hand. Die umfangreichsten Fördermittel für den Breitbandausbau sehen wir unter den untersuchten europäischen Ländern in Frankreich und Deutschland. Indikatoren für eine intensivere oder stärkere (sektorspezifische) Regulierung der Telekommunikationsanbieter in Deutschland haben wir zumindest im Vergleich mit den betrachteten europäischen Ländern nicht gefunden.

Der Benchmark zeigt, dass in Deutschland bei der Verfügbarkeit hochleistungsfähiger Netzinfrastrukturen im Festnetz und Mobilfunk Nachholbedarf besteht. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass der Umfang des Netzausbaus maßgeblich durch die Ausbaurkosten bestimmt wird. Da Deutschland aufgrund seiner Topologie und Besiedlungsstruktur gegenüber einigen der betrachteten Länder (z.B. Südkorea, Japan, UK) strukturelle Nachteile aufweist, sollte der Fokus der öffentlichen Hand darauf liegen, Maßnahmen zu initiieren, welche die Ausbaurkosten senken können. Soweit diese bereits angestoßen wurden, wie bspw. im Rahmen der Mobilfunkstrategie, sollten sie zügig umgesetzt werden. Wesentlich erscheinen insbesondere folgende Schritte:

1. Bestehende Hemmnisse für den Einsatz kostengünstiger Verlege- und Ausbaurverfahren (z.B. Trenching, oberirdische Verlegung) sollten beseitigt werden.
2. Genehmigungsverfahren sollten durch Anpassungen im Wegerecht (§ 68 TKG) und eine Sicherstellung der erforderlichen personellen Ausstattung der verantwortlichen Ebenen beschleunigt werden.

3. Als Maßnahme für mehr Transparenz und als Anreiz, entsprechende Ressourcen auf Ebene der Wegelastträger bereitzustellen, erscheint auch das Aufsetzen eines regelmäßigen Monitorings der Genehmigungspraxis und der Durchlaufzeiten sinnvoll.

Unsere Analysen zeigen, dass kommunale Unternehmen in den skandinavischen Ländern den FTTB/H-Ausbau (auch im ländlichen Bereich) maßgeblich getrieben haben. Die Öffnung der Netze für Dritte und die frühe Etablierung von Marktstandards bei den Schnittstellen und Prozessen (wie sie z.B. in Schweden erfolgt ist) war dabei ein Erfolgsfaktor und Voraussetzung für hohe Take up-Raten, da der Wettbewerb auf dem Netz die Nachfrage befördert hat.

4. Vor dem Hintergrund der Relevanz kleiner lokaler und regional tätiger Unternehmen für den FTTB/H-Ausbau auch in Deutschland erscheint es zielführend, den Druck auf die deutschen Marktteilnehmer zur Implementierung einer standardisierten einheitlichen Produktschnittstelle im Markt zu erhöhen. Umsetzbar wäre eine solche Implementierung über eine entsprechende Verpflichtung im Rahmen der Förderauflagen.

Unsere Analysen zeigen, dass es in den Ländern, die sich durch eine hohe FTTB/H-Nutzung auszeichnen, auch intensiven Wettbewerb gibt. Essentiell für Infrastrukturwettbewerb zwischen mehreren FTTB/H-Anbietern sind niedrige Ausbaukosten und eine hohe Bevölkerungsdichte. Entsprechend sehen wir diesen vor allem dort, wo oberirdische Verlegung stattfindet (Japan, Südkorea) oder Zugang zu umfangreichen Leerrohrkapazitäten zu regulierten Konditionen besteht (Spanien, Frankreich). In Schweden, wo die Kostensituation einen parallelen Ausbau zumindest nicht flächendeckend zulässt, sehen wir einen intensiven Wettbewerb *auf* dem Netz, befördert durch Wholesale-only-Geschäftsmodelle (d.h. Netzbetreiber, die nicht selbst im Endkundenmarkt tätig sind, sondern ihre Netzinfrastruktur Dritten vermieten), kommerzielle Zugangsvereinbarungen und die Regulierung des marktbeherrschenden Unternehmens.

5. Da in Deutschland aufgrund der hohen Ausbaukosten aus heutiger Sicht nur in sehr eingeschränktem Umfang Infrastrukturwettbewerb zwischen mehreren FTTB/H-Netzen zu erwarten ist, benötigen wir für ein innovatives und vielfältiges Marktumfeld mit attraktiven Produkten für private und gewerbliche Kunden auch in Zukunft Wettbewerb auf dem Netz. Dieser kann über Wholesale-only-Modelle, kommerzielle Zugangsvereinbarungen zwischen den Marktteilnehmern („Open Access“), Kooperationsmodelle oder Regulierung erreicht werden.
6. In jedem Falle erscheint ein deutlich engmaschigeres Monitoring und Reporting über die Fortschritte des Ausbaus und die Entwicklung der Teilnehmerzahlen in Anbetracht der hohen Relevanz und Öffentlichkeitswirksamkeit des Themas geboten.

Auf Bundes- und Länderebene werden in Deutschland Milliardenbeträge für die Breitbandförderung im Festnetz bereitgestellt. Auch im Mobilfunk wurden erste Förderprogramme initiiert, weitere befinden sich in Planung.

7. Trotz bestehender Versorgungsmängel sollte das Primat gelten, dass der Ausbau, wann immer möglich, eigenwirtschaftlich erfolgt. Im Rahmen des geförderten Ausbaus könnte auch der Einsatz flankierender nachfrageseitiger Maßnahmen, wie bspw. Voucher, regional begrenzt getestet werden und bei entsprechend positiven Erfahrungen ggf. in die bestehende Systematik integriert werden.
8. Die Verwendung der im Rahmen der Förderung ausgeschütteten Steuermittel muss gegenüber der Bevölkerung transparent gemacht werden. Ein regelmäßiges Reporting und hierauf aufbauende Benchmarks auf Projektebene sind erforderlich, um einen effizienten Einsatz öffentlicher Mittel zu gewährleisten.

Aufgrund der intensiven Debatte über die Abdeckung der deutschen Mobilfunknetze wurden in der nationalen Mobilfunkstrategie zahlreiche Maßnahmen angestoßen. Die Wirksamkeit des Signals, dass die Politik die Relevanz des Themas erkannt hat und Verbesserungen aktiv einfordert, ist nicht zu unterschätzen.

9. Neben den beschlossenen und in der Diskussion befindlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Mobilfunkversorgung und den Weichenstellungen für den Ausbau der 5G-Netze sehen wir auch im Mobilfunkbereich einen Nutzen in einem umfangreichen Monitoring und Reporting. Dies schafft Transparenz, erhöht den Handlungsdruck auf die Netzbetreiber und kann auch zu einer Objektivierung der Debatte beitragen.

Mit Blick auf die Digitalisierung kommt der öffentlichen Hand eine wichtige Rolle als Leitnachfrager von digitalen Diensten zu. Dies schafft neue Märkte und Geschäftsfelder, fördert die Nachfrage nach leistungsfähigen Anschlüssen in der Bevölkerung und trägt zu einer größeren Akzeptanz in der Bevölkerung bei.

10. Die öffentliche Hand sollte in Deutschland eine aktivere Rolle als Leitnachfrager in Feldern wie E-Health und E-Government wahrnehmen.
11. Befugnisse und Verantwortlichkeiten zu digitalen Themen sollten koordiniert, Verantwortlichkeiten gebündelt und klare Vorgaben zur Digitalisierung der Verwaltung gemacht werden.
12. Die Bemühungen zur Ursachenforschung über die vergleichsweise geringe Nutzung digitaler Dienste und mögliche Vorbehalte in der deutschen Bevölkerung sollten intensiviert werden, um aufbauend auf diesen Erkenntnissen Strategien zu entwickeln, wie diese beseitigt werden können.

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	I
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
2 Literaturüberblick	4
3 Länderfallstudien	17
3.1 Dänemark	18
3.2 Deutschland	23
3.3 Frankreich	31
3.4 Niederlande	37
3.5 Schweden	42
3.6 Schweiz	48
3.7 Spanien	52
3.8 Vereinigtes Königreich	57
3.9 China	63
3.10 Japan	67
3.11 Südkorea	72
3.12 USA	77
4 Angebots- und nachfrageseitige Einflussfaktoren bezüglich der Entwicklungen im Festnetz	85
4.1 Infrastruktur und Angebot	87
4.2 Einflussfaktoren auf die Ausbaugeschwindigkeit	90
4.3 Internetnutzung im Festnetz	93
4.4 Endkundenpreise und Zahlungsbereitschaften	98
4.5 Exkurs: Einflussfaktoren auf den FTTB/H Ausbau in Europa	99
4.6 Zwischenfazit	102
5 Angebots- und nachfrageseitige Einflussfaktoren auf die nationalen Mobilfunkmärkte	104
5.1 Infrastruktur und Abdeckung	107
5.1.1 5G-Ausbau	107

5.1.2	4G-Netzverfügbarkeit	108
5.1.3	Mobilfunkerschließung im ländlichen Raum	113
5.1.4	Mobilfunkqualität und -geschwindigkeiten	114
5.1.5	Infrastruktursharing und Nationales Roaming	116
5.2	Vermarktung von 5G-Angeboten	117
5.3	Mobilfunknutzung im Consumerbereich	118
5.4	Nachfrage und Zahlungsbereitschaften	119
5.5	Zwischenfazit	123
6	Indikatoren für Unterschiede bei der Nutzung digitaler Dienste in Wirtschaft und Gesellschaft	125
6.1	Indikatoren zum Digitalisierungsgrad der Wirtschaft	125
6.2	Nutzungsintensität unterschiedlicher Internetanwendungen durch Privatkunden	129
6.3	E-Health	131
6.4	E-Government	133
6.5	Zwischenfazit	134
7	Die Rolle der Öffentlichen Hand	135
7.1	Öffentliche Förderung	135
7.2	Die öffentliche Hand als Anbieter	137
7.3	Festnetzregulierung	140
7.4	Mobilfunkregulierung	141
7.5	Zwischenfazit	144
8	Ansätze zur Bewältigung aktueller Herausforderungen auf dem deutschen Telekommunikationsmarkt	146
8.1	Ansätze zur Förderung des FTTB/H-Ausbaus im Vereinigten Königreich	146
8.2	Erfahrungen aus dem FTTB/H-Ausbau im ländlichen Raum in Dänemark	149
8.3	Infrastruktursharing und Mobilfunkversorgung im ländlichen Raum in Schweden	151
8.4	Die Rolle der Öffentlichen Hand bei der Entwicklung Südkoreas zur führenden Digitalnation und bei der Einführung von 5G	153
9	Empfehlungen und Schlussfolgerungen	156
9.1	Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen im deutschen Festnetzmarkt	156

9.2	Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen im deutschen Mobilfunkmarkt	160
9.3	Die Rolle der Öffentlichen Hand	162
9.4	Abschließende Bemerkungen	163
	Anhang	165
	Literaturverzeichnis	176

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Marktanteile auf dem dänischen Mobilfunkmarkt, 2018	21
Abbildung 3-2:	Marktanteile bei Festnetz-Breitbandanschlüssen in Deutschland, 2019	25
Abbildung 3-3:	Umsätze von MNOs und Diensteanbietern auf dem deutschen Mobilfunkmarkt, 2019	27
Abbildung 3-4:	Lizenzierte und unlicenzierte Zonen innerhalb des „Plan France Très Haut Débit“	33
Abbildung 3-5:	Vereinbarungen über Network-Sharing in Schweden	46
Abbildung 3-6:	Marktanteile bei Festnetz-Breitbandanschlüssen in der Schweiz, 2018	50
Abbildung 3-7:	Marktanteile im Schweizer Mobilfunkmarkt, 2018	51
Abbildung 3-8:	Marktanteile im spanischen Mobilfunkmarkt, 2018	55
Abbildung 3-9:	Marktanteile bei Festnetz-Breitbandanschlüssen in UK, 2018	60
Abbildung 3-10:	Marktanteile im Mobilfunkmarkt in UK, 2018	61
Abbildung 3-11:	Anzahl der Mobilfunkkunden nach Anbietern in den USA, 2018 (in Mio.)	82
Abbildung 4-1:	Breitbandanschlüsse auf Haushaltsebene im Festnetz nach Zugangstechnologie, 2018	88
Abbildung 4-2:	Anteil der mit FTTB/H erschlossenen Haushalte und der gebuchten FTTB/H-Anschlüsse	89
Abbildung 4-7:	Durchschnittliche Expansion der FTTB/H-Verfügbarkeit auf Haushaltsebene	92
Abbildung 4-8:	Anteil der Internetnutzer, die online Videos konsumieren, 2018	94
Abbildung 4-5:	Gemessene Internetgeschwindigkeit im Festnetz in Mbit/s, Oktober 2019	96
Abbildung 4-6:	Gemessene Paketumlaufzeit (Round Trip Time) in ms, 2019	97
Abbildung 4-9:	Preise für einen Double Play 100 Mbit/s-Anschluss in ausgewählten Metropolen, September 2019	98
Abbildung 4-4:	Zusammenhang zwischen Kabelabdeckung und FTTB/H-Ausbau	100
Abbildung 5-1:	4G-Netzabdeckung mit mindestens einem MNO, in Haushalten, 2018 (2016 für China, Japan und Südkorea, 2017 für USA)	108
Abbildung 5-2:	Durchschnittliche 4G-Netzabdeckung der MNOs in einem Land, in Haushalten, 2018	109
Abbildung 5-3:	Über Crowdsourcing gemessene LTE Netzverfügbarkeit, Stand Mai 2019	110

Abbildung 5-4:	Über Crowdsourcing gemessene LTE-Netzverfügbarkeit nach Carriern und nationale Haushaltsabdeckung, 2019	111
Abbildung 5-5:	Anteil der Bevölkerung im ländlichen Raum und 4G-Netzverfügbarkeit	114
Abbildung 5-6:	Über Crowdsourcing gemessene LTE-Download Geschwindigkeit in Mbit/s, 2019	115
Abbildung 5-7:	Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche gemessene Latenz in Millisekunden (3G & 4G), 2019	116
Abbildung 5-8:	Nutzung mobiler Daten pro SIM-Karte pro Monat, in Gigabyte, 2018	119
Abbildung 5-10:	Anzahl der SIM-Karten für mobile Breitbandnutzung pro 100 Einwohner, 2018	120
Abbildung 5-11:	Über Crowdsourcing gemessene Verfügbarkeit des LTE-Netzes und Anteil der SIM-Karten für mobile Breitbandnutzung pro 100 Einwohner, 2018	121
Abbildung 5-12:	Preise für einen Mobilfunkvertrag mit 10 Gigabyte Inklusiv-volumen und einer Telefoniefltrate in ausgewählten Metropolen, September 2019	122
Abbildung 6-1:	Forschungsausgaben als Anteil des BIP und Patente pro Million Einwohner, 2017	125
Abbildung 6-2:	Anteil der Unternehmen mit einem Festnetz-Breitbandanschluss mit mindestens 100 Mbit/s Downloadbandbreite, 2018	126
Abbildung 6-3:	Anteil der Unternehmen, die E-Commerce nutzen, 2018	127
Abbildung 6-4:	Anteil der Unternehmen, die Cloud Computing Angebote nutzen, 2018 (2017 für CH, JP und KR)	128
Abbildung 6-5:	Anteil der Bevölkerung, der in den letzten drei Monaten das Internet genutzt hat, 2018 (2017 für China, Japan, USA)	129
Abbildung 6-6:	Durchschnittliche Internetnutzung pro Tag, in Minuten, 2018	130
Abbildung 6-7:	Anteil der Bevölkerung der soziale Medien nutzt, 2018	131
Abbildung 6-8:	DESI E-Health Indexwert, 2018	132
Abbildung 6-9:	DESI E-Government Indexwert, 2018	133
Abbildung 7-1:	Notifizierte Subventionen für den Breitbandausbau in den EU 28 (in Mio. Euro, 2003-2018)	135
Abbildung 7-2:	Notifizierte Breitbandsubventionen pro Kopf in den EU 28, (2003-2018, in \$ PPP)	136
Abbildung 7-3:	Entscheidungskalkül öffentlicher und privater Investoren beim Breitbandausbau	139
Abbildung 7-4:	Kosten für 4G-Spektrum (je MHz, je Einwohner, in \$ PPP)	143

Abbildung 8-1:	Energieversorgungsunternehmen mit Glasfasernetzen in Dänemark	150
Abbildung 8-3:	Wesentliche Pfeiler der 5G Plus Strategy des MSIT in Korea	154
Abbildung A– 1:	FTTP Coverage im Zeitablauf	168
Abbildung A– 2:	Zusammenhang Kabelabdeckung und FTTP-Ausbau	172

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Überblick über aktuelle Benchmarkstudien	9
Tabelle 3-1:	Länderschnappschuss Dänemark	18
Tabelle 3-2:	Länderschnappschuss Deutschland	23
Tabelle 3-3:	Länderschnappschuss Frankreich	31
Tabelle 3-4:	Länderschnappschuss Niederlande	37
Tabelle 3-5:	Länderschnappschuss Schweden	42
Tabelle 3-6:	Länderschnappschuss Schweiz	48
Tabelle 3-7:	Länderschnappschuss Spanien	52
Tabelle 3-8:	Länderschnappschuss Vereinigtes Königreich	57
Tabelle 3-9:	Länderschnappschuss China	63
Tabelle 3-10:	Länderschnappschuss Japan	67
Tabelle 3-11:	Länderschnappschuss Südkorea	72
Tabelle 3-12:	Länderschnappschuss USA	77
Tabelle 4-1:	Übersicht über wesentliche Indikatoren im Festnetz	86
Tabelle 5-1:	Übersicht über wesentliche Indikatoren des Mobilfunkmarktes	105
Tabelle A– 1:	Unabhängig Variablen und Wirkungsrichtungen	167
Tabelle A– 2:	Deskriptive Statistik der abhängigen Variablen	168
Tabelle A– 3:	Korrelationsmatrix	170
Tabelle A– 4:	Fixed-Effekt-Schätzung	171
Tabelle A– 5:	Between-Schätzung	173
Tabelle A– 6:	Tarife Festnetz-Breitbandvergleich	175
Tabelle A– 7:	Tarife Mobilfunkvergleich	175

1 Einleitung

Die Telekommunikationsindustrie spielt eine zentrale Rolle als Enabler für die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft. Zugang zu leistungsfähigen Fest- und Mobilfunknetzen ist Voraussetzung für die Umsetzung innovativer Anwendungen und Geschäftsmodelle in Bereichen wie IoT, Smart Farming, E-Learning, E-Health, Gaming, Cloud oder Connected Car. Leistungsfähige IuK-Infrastrukturen stellen ein wichtiges Entscheidungskriterium bei der internationalen und nationalen Standortwahl von Unternehmen dar. Die Schließung von Versorgungslücken und der Aufbau neuer Netze sind damit Voraussetzung für die Schaffung gleicher Lebensverhältnisse in Stadt und Land und gesellschaftliche Teilhabe und können zusätzlich einen Beitrag zur Verringerung klimaschädlicher Emissionen leisten.

Trotz aller nationalen oftmals historisch bedingten Unterschiede stehen Wirtschaft, Politik und Gesellschaft weltweit grundsätzlich vor ähnlichen Herausforderungen. Der Ausbau neuer leistungsfähigerer und zukunftssicherer Fest- und Mobilfunkinfrastrukturen ist extrem kostenintensiv. In ländlichen Regionen ist er zumindest in Teilen nur durch staatliche Fördergelder realisierbar. Der eigenwirtschaftliche Ausbau ist nur dann profitabel realisierbar, wenn attraktive Produkte aus Sicht der privaten und gewerblichen Kunden einen Mehrwert bieten, Anreize für den Wechsel auf neue leistungsfähigere Infrastrukturen schaffen und zusätzliche Zahlungsbereitschaft wecken. Die Öffentliche Hand muss das Spannungsfeld zwischen der Amortisation von Investitionen und der Erfordernis wettbewerblicher Rahmenbedingungen als Triebfeder von Innovationen und Garant von Qualität ausbalancieren. Gleichzeitig muss sie ihre Rolle als Nachfrager in der digitalen Welt definieren, als Korrektiv Fehlentwicklungen unterbinden und Sorge tragen, dass sich die digitale Kluft zwischen ländlichen und städtischen aber auch zwischen mehr und weniger digital affinen Teilen der Bevölkerung nicht ausweitet. Die Gemengelage ist hoch komplex. Wie wir im Folgenden aufzeigen werden, wurden in den von uns betrachteten Ländern unterschiedliche Wege beschritten, um den Aufbau und die Nutzung leistungsfähiger Telekommunikationsnetze als Grundlage für die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft zu flankieren und zu fördern.

Manche der angewandten Strategien erscheinen aus heutiger Sicht erfolgreicher als andere - allerdings müssen die Ausprägungen der verschiedenen untersuchten Indikatoren auch vor dem Hintergrund der jeweiligen Ausgangssituation und verschiedenen externer und zumindest nicht kurzfristig beeinflussbaren Determinanten wie der Topographie, der Demographie, dem Wohlstandsniveau oder der Bevölkerungsstruktur beurteilt werden.

Von hoher Relevanz für die Entwicklung der nationalen Telekommunikationsmärkte waren und sind historische Pfadabhängigkeiten. Zum Teil wirken Entscheidungen, die noch zu Zeiten der nationalen Post- und Telekommunikationsmonopole getroffen wurden wie der Aus- oder Nichtausbau bestimmter Technologien (z.B. Kabel) oder die gewählte Netzstruktur noch heute nach, da sie den Einsatz bestimmter Technologien

beim Ausbau (z.B. Vectoring) begünstigen oder ggf. verhindern. Gleiches gilt im Mobilfunk für frühere Entscheidungen zur Vergabe von Frequenzspektrum.

Diese und andere Aspekte, auf die wir im Rahmen der Studie eingehen werden, sollte ein Benchmark berücksichtigen, der eine vergleichende Einordnung der Marktentwicklung auf internationaler Ebene vornimmt.

Um dieser Anforderung Genüge zu tun, gehen wir in den Länderfallstudien auf die Historie in den jeweiligen Ländern ein und schlagen einen Bogen von gestern bis heute, um die Entwicklung auf Länderebene zu skizzieren und damit eine fundierte Einschätzung des deutschen Telekommunikationsmarktes im internationalen Vergleich vornehmen zu können.

Neben der komparativen Einordnung verfolgt unsere Studie zusätzlich das Ziel, Best-Practice-Ansätze und Ideen zu identifizieren, die das Potential haben, die Verfügbarkeit von hochleistungsfähigen Infrastrukturen und die Durchdringung mit fortgeschrittenen digitalen Anwendungen in Deutschland zu beschleunigen.

Vor diesem Hintergrund haben wir für unseren Benchmark bewusst Länder ausgewählt, die mit Blick auf ihre Wirtschaftskraft und/oder den Stand der Verfügbarkeit und Nutzung fortgeschrittener digitaler Lösungen weltweit führend sind, auch wenn dies immanent dazu führt, dass Deutschland relativ betrachtet schlechter als bei Zugrundelegung eines größeren Untersuchungssamples abschneidet.

Unsere Studie ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 wird zunächst ein kurzer Überblick über einschlägige internationale Benchmarks aus der Literatur und deren Hauptaussagen gegeben. Kapitel 3 enthält umfangreiche Daten sowie Hintergrundinformationen zu den Telekommunikationsmärkten in den 12 Fallstudienkandidaten-Ländern. Neben der Diskussion relevanter Kennzahlen liegt ein weiterer Fokus auf der Identifikation von Pfadabhängigkeiten, die zu den Marktergebnissen beigetragen haben, sowie auf der Darstellung aktueller Entwicklungen, insbesondere im Bereich 5G. In den Kapiteln 4 und 5 werden relevante Kennzahlen zu den betrachteten Telekommunikationsmärkten im Festnetz und Mobilfunk auf Länderebene gegenübergestellt und diskutiert. In Kapitel 4 werden zudem die Ergebnisse einer im Rahmen des Projekts durchgeführten ökonomischen Analyse zu den Einflussfaktoren auf die Ausbauaktivität bei Glasfaseranschlüssen bis ins Gebäude (FTTB/H) in Europa im Zeitraum 2011-2017 vorgestellt. Im Kapitel 6 wird anhand von Kennzahlen der Digitalisierungsgrad von Wirtschaft und Gesellschaft in relevanten Teilsegmenten in den betrachteten Ländern miteinander verglichen. Kapitel 7 diskutiert die Rolle der öffentlichen Hand in ihren verschiedenen Facetten. Hierbei reicht das Spektrum von der Rolle als Anbieter von Telekommunikationsdiensten (bspw. über kommunale Breitbandanbieter) über die Marktregulierung bis hin zur Förderung.

In Kapitel 8 untersuchen wir in vier Fallstudien, wie im Ausland mit Herausforderungen umgegangen wurde, die sich aktuell auch in Deutschland stellen. Es wird vorgestellt, wie Ofcom im Vereinigten Königreich versucht, durch einen Paradigmenwechsel in der Zugangsregulierung Investitionen in Glasfaser zu fördern. Wir analysieren, wie in Dänemark durch das Engagement von kommunalen Unternehmen und Energieversorgungsunternehmen (EVUs) praktisch ohne öffentliche Förderung eine hohe Glasfaserpenetration im ländlichen Raum erreicht werden konnte. Wir legen dar, wie in Schweden bei der Mobilfunkerschließung im ländlichen Raum vorgegangen wird und welche Rolle das umfangreiche Infrastruktursharing spielt. Schließlich gehen wir der Frage nach, wie in Südkorea die öffentliche Hand durch eine ganzheitliche Digitalisierungspolitik die Voraussetzungen geschaffen hat, dass das Land bei vielen Telekommunikationsindikatoren die Spitzenstellung einnimmt. Die Studie schließt mit Handlungsempfehlungen und Schlussfolgerungen (Kapitel 9).

2 Literaturüberblick

In den letzten Jahren hat es eine Vielzahl von Studien gegeben, die auf Basis unterschiedlicher Herangehensweisen und angewandter Methoden verschiedene Parameter und Indikatoren auf Telekommunikationsmärkten untersucht haben. Eine relativ umfangreiche Anzahl von Arbeiten untersucht den empirischen Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit leistungsfähiger Telekommunikationsinfrastrukturen und gesamtwirtschaftlichen Kennzahlen (z.B. Wirtschaftswachstum, Arbeitslosigkeit, Firmengründungen).¹ Während der Fokus älterer Studien auf der DSL-Technologie oder dem grundsätzlichen Zugang zu Breitbandinternet liegt, beschäftigen sich Arbeiten aktuellen Datums auch spezifisch mit den Auswirkungen von schnellem Breitbandzugang² oder gigabitfähigen Netzen.³ Gemeinsamer Tenor der Mehrheit der Studien ist, dass von einer hohen Breitbandverfügbarkeit positive gesamtwirtschaftliche Effekte ausgehen.

Darüber hinaus gibt es auch einen großen Umfang an Literatur, die sich im weitesten Sinne mit den Auswirkungen sektorspezifischer Wettbewerbsregulierung auf die Marktentwicklung auseinandersetzt.⁴ Diese Literatur lässt sich grob in zwei Bereiche untergliedern: Studien von Forschungs- und Beratungsinstituten, die überwiegend fallstudienbasiert vorgehen und qualitativ orientiert sind und auf dieser Basis Schlussfolgerungen ziehen und Empfehlungen ableiten. Diese basieren in der Regel auf einer relativ aktuellen Datenbasis, setzen jedoch eher selten ökonometrische Werkzeuge wie Korrelationsanalysen oder Regressionen ein. Auf der anderen Seite stehen quantitativ empirische Arbeiten, wie sie sich insbesondere in akademischen Fachzeitschriften finden. Diese nutzen die oben genannten und zum Teil noch komplexere empirische Methoden für die Untersuchung sehr spezifischer Fragestellungen.

Trotz ihrer methodischen Überlegenheit haben quantitativ empirische Arbeiten mit Blick auf die Ableitung von praktischen (politischen) Empfehlungen auch Einschränkungen. Zunächst besteht das Erfordernis einer hinreichenden Anzahl von Datenpunkten, die mit Blick auf internationale Vergleiche aus den gleichen oder zumindest auf Datenquellen vergleichbarer Güte beruhen sollten, was in der Praxis häufig schwer leistbar ist. Damit verbunden ist eine zwangsläufig fehlende Aktualität der Datengrundlage, welche tendenziell den Erklärungsgehalt für aktuelle Fragestellungen in einer dynamischen Industrie schmälert, gerade auch vor dem Hintergrund zum Teil mehrjähriger Review-Verfahren zwischen der Erstellung eines Beitrags und dessen Veröffentlichung.

-
- 1 Vgl. für einen Überblick: Bertschek, I. et al. (2016): The Economic Impacts of Telecommunications Networks and Broadband Internet: A Survey, Discussion Paper No. 16-056, Mannheim.
 - 2 Vgl. Briglauer, W.; Dürr, N.; Gugler, K. (2019): A Retrospective Study on the Regional Benefits and Spillover Effects of High-Speed Broadband Networks: Evidence from German Counties, Discussion Paper No. 19-026.
 - 3 Vgl. Hasbi, M. (2017): Impact of Very High-Speed Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence, 14th International Telecommunications Society (ITS) Asia-Pacific Regional Conference: "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24-27 June, 2017, International Telecommunications Society (ITS), Kyoto.
 - 4 Vgl. für einen Überblick: Briglauer, W.; Fröbing, S.; Vogelsang, I. (2014): The Impact of Alternative Public Policies on the Deployment of New Communications Infrastructure – A Survey.

Schließlich muss bei länderübergreifenden quantitativen Studien die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ein einzelnes Land stets kritisch überprüft werden.

In Tabelle 2–1 sind ausgewählte Benchmark-Studien jüngeren Datums überblicksartig dargestellt. Auf die Ergebnisse einiger dieser Studien, die für den Fokus unseres Projekts von besonderem Interesse sind, gehen wir im Folgenden kurz ein:

Ein wichtiger Fokus aktueller Infrastrukturpolitik ist der Einfluss des Infrastrukturwettbewerbs auf die Ausbauaktivitäten. Eine sehr aktuelle Studie des WIK (2019) untersucht den Einfluss des Ausbaugrads des Kabelnetzes auf die Ausbauaktivitäten der TK-Anbieter.⁵ Diese identifiziert unter Nutzung ökonomischer Methoden, dass sich der Einfluss im Laufe der Zeit mit den Marktgegebenheiten verändert hat. Bis 2011 wurde FTTx dort ausgebaut, wo schon Kabelnetze vorhanden waren, da diese noch kaum für Breitband genutzt wurden und es sich um vergleichsweise kostengünstig erschließbaren, städtischen Raum handelte. Von 2011 bis 2017 wuchs die Zahl der Haushalte, die Kabelanschlüsse für den Internetzugang nutzen, in einem Umfang, der den FTTx-Ausbau hemmte, da sich dadurch das adressierbare Marktpotential verringerte. Des Weiteren gab es in einigen Regionen Gegeninvestitionen von FTTx-Anbietern als Reaktion auf die Expansion der Kabelnetze, um die Kunden nicht mangels hochbandbreitigem Angebot zu verlieren. Diese Ergebnisse sind insoweit bemerkenswert, da auf älteren Daten basierende frühere Arbeiten einen positiven Zusammenhang zwischen Infrastrukturwettbewerb und Investitionen in neue Breitbandnetze identifiziert hatten.⁶

Generell wird Infrastrukturwettbewerb in der Literatur als einer der hauptsächlichen Treiber des Glasfaserausbaus interpretiert. Fourie und de Bijl (2017)⁷ finden anhand von Daten bis 2015 einen glockenförmigen Zusammenhang. Während eine moderate Wettbewerbsintensität bei DSL zu höherer FTTx-Penetration führt, hat eine niedrige Wettbewerbsintensität ebenso wie eine hohe Wettbewerbsintensität einen negativen Einfluss auf die Glasfaserpenetration.

Eine Analyse des WIK von 2015 arbeitet heraus, dass Infrastrukturwettbewerb, etwa zwischen Kabel- und Kupfernetz, als wichtigerer Faktor für den Ausbau von NGA-Netzen als die Zugangsregulierung im Kupfernetz anzusehen ist.⁸ Regulierter Zugang

5 Vgl. Queder, F.; Stronzik, M.; Wernick C. (2019): Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTx-Infrastrukturen in Europa, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 442, Bad Honnef, Juli 2019.

6 Vgl. z.B. Briglauer, W.; Gugler, K.; Haxhimusa, A. (2016): Facility- and service-based competition and investment in fixed broadband networks: Lessons from a decade of access regulations in the European Union member states, erschienen in: Telecommunications Policy, Volume 40, Issue 8: 729-742 und Smith, R.; Northall, P.; Ovington, T.; Santamaria, J. (2013): The Impact of Intra-Platform Competition on Broadband Prices and Speeds, erschienen in: Journal of Information Policy, Volume 3, 601-618.

7 Vgl. Fourie, H.; de Bijl, P. (2017): Race to the top: Does competition in the DSL market matter for fibre penetration?

8 Vgl. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband. Study for Ofcom, elektronisch verfügbar unter: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0022/76702/competition_and_investment_fixed.pdf

zum Kupfernetz über Entbündelung kann jedoch helfen, den Breitband-Take-Up zu erhöhen, insbesondere wenn noch wenig Entbündelung betrieben wird, wie Ovington et al. (2017) mit Daten für DSL-Anschlüsse bis 2011 zeigen.⁹

Es gibt allerdings auch Analysen die darauf hinweisen, dass der „richtige“ Weg – um eine höhere Glasfaserpenetration zu erreichen – in jedem Land unterschiedlich ist und Vorreiterstaaten wie Schweden oder Spanien mit sehr unterschiedlichen Maßnahmen Erfolg hatten.¹⁰ Für Deutschland zieht eine Studie von Beckert (2017) aus internationalen Erfahrungen die Schlüsse, dass eine Formulierung ambitionierter politischer Ziele (z.B. auch Infrastruktur- anstelle von Bandbreitenziele) den Glasfaserausbau befördern könnte. Ebenso seien eine Stärkung von kommunalen Anbietern und Open Access Netzen sinnvolle Maßnahmen.¹¹

Im Mobilfunk wird vor allem die Netzqualität in der Fläche als große Herausforderung für die Betreiber gesehen. Speedcheck stellt einen Zusammenhang zwischen den geographischen Bedingungen und Mobilfunkqualitätsparametern her, indem geographische Daten wie Bevölkerungsdichte und Urbanisierungsgrad mit der von Speedcheck erhobenen Mobilfunkdownloadgeschwindigkeit in einer Vielzahl von Ländern verknüpft werden.¹² Während Fläche und Bevölkerung eines Staates keinen signifikanten Zusammenhang mit der Downloadgeschwindigkeit haben, korreliert eine höhere Bevölkerungsdichte signifikant mit einer höheren Geschwindigkeit von Mobilfunkdownloads. Auch ein höherer Urbanisierungsgrad korreliert mit höheren Geschwindigkeiten.¹³ Die Autoren mutmaßen daher, dass geografische Faktoren einen höheren Erklärungsgrad für den Ausbaustatus des Mobilfunknetzes bieten als ökonomische Faktoren.

Die Korrelation zwischen den Preisen für Spektrum, welches für 4G/LTE Anwendungen genutzt wird, und den Konsumentenpreisen wird in einer Studie von NERA für die GSMA untersucht.¹⁴ Mit den dort gesammelten Daten lässt sich ein Zusammenhang zwischen den Pro-Kopf-Ausgaben für Spektrum in einem Land und dem Preis pro Gigabyte Datenvolumen erkennen. Dieser Zusammenhang ist logarithmisch, es gibt also insbesondere bei geringen Spektrumspreisen eine relativ hohe Sensitivität der

⁹ Vgl. Ovington et al. (2017): The impact of intra-platform competition on broadband penetration.

¹⁰ Vgl. NERA (2018): Telecommunications Infrastructure International Comparison. Report für das Department of Digital, Culture, Media and Sports. Elektronisch verfügbar unter:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/727891/FTIR_Annex_B-NERA_Telecommunications_Infrastructure_International_Comparison.pdf

¹¹ Vgl. Beckert B. (2017): Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa – Was kann Deutschland vom Ausland lernen? Elektronisch verfügbar unter:

https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Smart_Country/Breitband_2017_final.pdf

¹² Vgl. Speedcheck (2019): Mobilfunk Report 2019 – Deutschland, EU und USA.

¹³ Dies ist jedoch insofern mit Vorsicht zu genießen, da die Länder Urbanität unterschiedlich definieren, die Analyse gibt jedoch einen gewissen Anhaltspunkt für mögliche Zusammenhänge.

¹⁴ Vgl. GSMA (2017): Effective Spectrum Pricing: Supporting better quality and more affordable mobile services. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2017/02/Effective-Spectrum-Pricing-Full-Web.pdf>

Konsumentenpreise. Ebenso sinkt der von NERA entwickelte Wireless Score¹⁵, der die Qualität der Netze darstellen soll, je höher der Preis für Spektrum ist.

Ein weiterer möglicher Treiber für die Nutzung immer schnelleren Internets sind öffentliche Dienstleistungen, die immer häufiger auch digital genutzt werden können, etwa im Bereich E-Government oder E-Health. In beiden Bereichen ist die Nutzung in Europa stark unterschiedlich ausgeprägt. Während in Deutschland 2018 nur ca. 45% der Bevölkerung einfache Formen von E-Government¹⁶ genutzt haben, waren es in Dänemark, Schweden und Estland über 90%.

Eine Studie findet außerdem eine Korrelation zwischen der Verfügbarkeit von Breitbandinfrastrukturen und der Qualität von E-Government-Angeboten.¹⁷ E-Health-Angebote wurden nur von 7% der Deutschen genutzt, während in Estland und Finnland fast 50% der Bevölkerung solche Dienste nutzten.¹⁸ Diese geringe Verbreitung in Deutschland kann mit dem geringen Digitalisierungsgrad des Gesundheitssektors erklärt werden.¹⁹

In der deutschen Bevölkerung bestehen verhältnismäßig große Bedenken und Vorbehalte gegenüber der Digitalisierung. Eine Umfrage des Vodafone Institutes (2019) beschreibt, dass sich in Deutschland überproportional viele Menschen im Bereich Digitalisierung abgehängt fühlen.²⁰ Dies spricht für einen Bedarf an Aufklärungsarbeit und ein vermehrtes staatliches Engagement.

Die internationale Vergleichsstudie IMD World Digital Competitiveness Ranking (2019) zeichnet ein weniger düsteres Bild. Unter 63 untersuchten Ländern landet Deutschland im vorderen Drittel vor in punkto Digitalisierung weit entwickelten Ländern wie Neuseeland oder Japan. Eine Detailanalyse der deutschen Ergebnisse zeigt gute Resultate vor allem bei der betrieblichen Weiterbildung, Betreuungsschlüsseln in Universitäten oder auch gesamtwirtschaftlichen Forschungsausgaben. Schlechter schneidet Deutschland bei der (mobilen) Breitbandverfügbarkeit, der Bürokratie für Unternehmensneugründen

15 Der Wireless Score ergibt sich aus: 3G/4G Coverage (in %) * 4G Subscribers (in %) * Durchschnittliche Geschwindigkeit (in Mbit/s).

16 Konkret geht es bei dieser Zahl um den Anteil der Personen die in den letzten 12 Monaten ausgefüllte Formulare über das Internet an Behörden geschickt haben.

17 Vgl. Capgemini, IDC, Sogeti, Politecnico di Milano (2018): eGovernment Benchmark 2018 – Securing eGovernment for all. Studie für die EU-Kommission. Elektronisch verfügbar unter: https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2018-47/egovernment_benchmark_2018_background_report_F21FA84B-0254-F4DB-7B2FC4567D4AA925_55487.pdf

18 Vgl. DESI (2019): Digital Public Services. Elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-public-services-scoreboard>

19 Vgl. Empirica (2018): #SmartHealthSystems – Digitalisierungsstrategien im internationalen Vergleich. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Der_digitale_Patient/VV_SHS-Gesamtstudie_dt.pdf

20 Vgl. Vodafone Institut (2019): The Tech Divide – Die unterschiedliche Wahrnehmung der Digitalisierung in Europa, Asien und den USA. Elektronisch verfügbar unter: https://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2019/02/Politik_Tech_Divide_VF1.pdf

und den digitalen Fähigkeiten der Bevölkerung ab.²¹ Vergleichbare Resultate liefert der Digital Evolution Index der Fletcher School (2017), der Deutschland auf Platz 17 von 60 bei der Wettbewerbsfähigkeit der Digitalwirtschaft rankt. Beim Momentum Score, der die aktuelle Geschwindigkeit der Digitalisierung angibt, landet Deutschland jedoch nur im Mittelfeld (Platz 34), Spitzenreiter ist dort China.²²

²¹ Vgl. IMD (2019): IMD World Digital Competitiveness Ranking 2019.

²² Vgl. Chakravorti, B.; Chaturvedi, R. (2017): Digital Planet 2017 – How Competitiveness and Trust in Digital Economies vary across the World. Elektronisch verfügbar unter:
https://sites.tufts.edu/digitalplanet/files/2017/05/Digital_Planet_2017_FINAL.pdf

Tabelle 2-1: Überblick über aktuelle Benchmarkstudien

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
5G Observatory Quarterly Report 4 (Up to June 2019)	IDATE	EU Kommission	2019	Internationale Entwicklungen zum Rollout von 5G in den EU-Staaten und ausgewählten weiteren Staaten	Der kommerzielle Launch von 5G wird in vielen Mitgliedsstaaten aktuell geplant bzw. geschieht im Moment. Es gibt in der EU 153 5G-Tests. Die Umsetzung des EECR in nationales Recht sollte die Entwicklung von 5G zusätzlich befördern.
Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTX-Infrastrukturen in Europa	Fabian Queder, Marcus Stronzik, Christian Wernick (WIK)	WIK- Diskussionsbeitrag	2019	Beeinflussung der Investitionen in FTTX-Netze durch die Abdeckung mit Kabelnetzen in den EU28	Der Beitrag zeigt im Ablauf unterschiedliche Wirkungsmechanismen. Während bis 2011 eine stark positive Korrelation zwischen Kabel- und FTTx-Abdeckung besteht, nimmt diese im Zeitablauf ab und ist in 2017 nicht mehr zu erkennen; stattdessen zeigt sich, dass eine höhere Abdeckung mit Kabel im Bestand zu weniger Investitionen in FTTx führt.
Cisco Digital Readiness Index - Deutschland	Gartner	Cisco	2019	Bildung eines Index zur "Digital Readiness" aus verschiedenen Indikatoren (z.B. bzgl. Infrastruktur, Technologienutzung, wirtschaftliche Rahmenbedingungen)	Deutschland landet unter 118 Vergleichsländern auf dem sehr guten 6. Platz. Die Spitzenreiter sind die USA sowie (mit etwas Abstand) die Schweiz. Insbesondere erreicht Deutschland hohe Punktzahlen bei den Lebensstandards und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Eher niedrig sind die Werte für Technologienutzung und Investitionen. Innerhalb Deutschlands gibt es regionale Unterschiede, so schneiden die süddeutschen tendenziell besser als die übrigen Bundesländer ab (außer bei Technologienutzung und technologischer Infrastruktur)
Connectivity - Broadband market developments in the EU (DESI Report 2019 - Connectivity)	EU Kommission	siehe Autor	2019	Verschiedene Kennzahlen der Telekommunikationsmärkte der EU28 im Vergleich	Sehr hohe Nachfrage nach Internetanschlüssen in DE, bei gleichzeitig relativ niedriger Verfügbarkeit von schnellen Anschlüssen; Verfügbarkeitszahlen schneller Verbindungen (Mobile wie Fixed) steigend in der EU, prognostiziert wird überall ein hoher Traffic-Anstieg.
Digital Economy Report 2019 - Value Creation and Capture: Implications for Developing Countries	UN	siehe Autor	2019	Untersuchung der Digitalwirtschaft, digitaler Trends und Wertschöpfungsketten in den Weltregionen	Die USA und China sind die Weltmarktführer in der digitalen Wirtschaft, insbesondere zeigt sich das bei digitalen Plattformen; weltweit macht die Digitalwirtschaft (je nach Definition) zwischen 4,5 und 15,5 Prozent des BIP aus.
Digital Public Services (DESI Report 2019 - Digital Public Services)	EU Kommission	siehe Autor	2019	eGE-Government und E-Health in den EU28	64% der EU-Bürger haben in 2018 E-Government-Dienste in Anspruch genommen. In Deutschland betrug deren Anteil knapp über 40% (drittletzter Platz in der EU vor Italien und Griechenland), Schweden liegt in diesem Bereich auf Platz 1 (>90%); E-Health-Angebote wurden im Durchschnitt von 18% der EU-Bürger genutzt, in Deutschland liegt der Anteil bei 7%.

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
Global Mobile Experience - Annual Report	tutela	siehe Autor	2019	Über Crowddaten erhobener Qualitätsvergleich der Mobilfunknetze in mehreren Ländern	Die konstant beste Qualität bieten die Mobilfunknetze in Japan. Auch Norwegen, Tschechien und Südkorea schneiden sehr gut ab. Deutschland befindet sich im Mittelfeld, noch vor den USA und UK.
Human Capital - Digital Inclusion and Skills (DESI Report 2019 - Human Capital)	EU Kommission	siehe Autor	2019	Kennzahlen zum Stand der Digitalisierung in den EU 28.	57% der EU-Bürger verfügen über grundlegende digitale Fähigkeiten, 31% über fortgeschrittene. Der Anteil der Bevölkerung mit grundlegenden Fähigkeiten liegt in DE in etwa auf dem Niveau des europäischen Durchschnitts.
ICT Investments in OECD Countries and Partner Economies - Trends, Policies and Evaluation	OECD	siehe Autor	2019	Erhebung von ICT-Investitionen im Zeitverlauf in den OECD Staaten	Die Studie zeigt ein sehr heterogenes Bild über die Investitionen in ICT in den OECD Staaten (zwischen 1% des GDP [Slowakei] und 4% des GDP [Niederlande]); In einigen der betrachteten Länder sind diese rückläufig.
IMD World Digital Competitiveness Ranking 2019	IMD (International Institute for Management Development)	siehe Autor	2019	Regionale Trends und internationaler Vergleich der digitalen Wettbewerbsfähigkeit von 63 Staaten	Ostasien ist die digital wettbewerbsfähigste Weltregion (vor Nordamerika und Westeuropa). Die USA sind erstmals auf Platz 1 vor Singapur. Deutschland ist zuletzt vom 18. wieder auf den 17. Platz vorgerückt, von den 27 untersuchten EU-Ländern liegt Deutschland auf Platz 6.
Speedcheck - Mobilfunk Report 2019 - Deutschland, EU und USA	Speedcheck	siehe Autor	2019	Netzabdeckungen und mobile Downloadgeschwindigkeiten in den EU Ländern und den USA; Verknüpfung mit geografischen Faktoren	Deutschland hat eine niedrige Downloadgeschwindigkeit im Mobilfunk und vor allem eine niedrige Wachstumsrate der Geschwindigkeiten; Eine gewisse positive Korrelation zwischen Bevölkerungsdichte und Downloadgeschwindigkeit wird als wahrscheinlich erachtet.
The effects of zero rating	OECD	siehe Autor	2019	Analyse der verschiedenen Einflüsse von Zero-rating Rating auf verschiedene Marktakteure und -parameter	Zero-Rating kann je nach Marktbedingungen ökonomisch verschiedene Wohlfahrtseffekte haben; der Umgang der Regulierungsbehörden mit Zero-Rating unterscheidet sich sehr stark. Zero-Rating kann ein Zwischenschritt auf dem Weg zur Implementierung von Verträgen ohne Datenvolumenbeschränkungen darstellen.
The EU ICT Sector and its R&D Performance (DESI Report 2019 - The EU ICT Sector and its R&D Performance)	EU Kommission	siehe Autor	2019	Kennzahlen der ICT-Sektoren in den EU-Mitgliedsstaaten, der gesamten EU und teilweise anderen Ländern (z.B. Anteil am BIP, Anteil an den Beschäftigten)	Das Wachstum im ICT-Sektor wird insbesondere durch Dienste getrieben. Ihr Anteil am BIP liegt in der EU bei knapp unter 4% und damit niedriger als in anderen Weltregionen. Deutschland bewegt sich auf dem Niveau des EU-Durchschnitts.
The Mobile Economy 2019	GSMA Intelligence	GSM Association	2019	Entwicklung des weltweiten Mobilfunkmarktes, Unterteilung nach Weltregionen, Prognosen über die weitere Entwicklung	Weltweit wird eine intensivere Mobilfunk- und IoT-Nutzung sowie eine wachsende Verbreitung von 5G prognostiziert. Die Prognosen erwarten größtenteils die Fortschreibung aktueller Trends.

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
The Net Neutrality Situation in the EU - Evaluation of the First Two Years of Enforcement	Epicenter.works	Mozilla	2019	Analyse von "differential pricing practices" (Zero-Rating) in den EEA-Staaten, insbesondere im Hinblick auf die Angebote und Strafen bei Verstößen gegen Regulierungsaufgaben	Großunternehmen aus den USA profitieren besonders von Zero-Rating-Angeboten. Die Implementierung solcher Angebote hat negative Auswirkungen auf den Datenschutz. Zero-Rating hat aus Konsumentensicht außerdem einen negativen Einfluss auf das Preissetzungsverhalten
The Road to 5G Networks - Experience to date and future developments	OECD	siehe Autor	2019	5G-Tests und Implementierungsstrategien in ausgewählten Staaten und Regionen	5G bietet viele neue Möglichkeiten und potentielle Gewinne für die Wirtschaft, dafür müssen jedoch gewisse Rahmenbedingungen angepasst werden. In vielen Ländern sind schon erste 5G-Tests gestartet.
The State of Digital Communications 2019 - Ideas, Facts and Figures on the Sector	Analysys Mason	ETNO	2019	Vergleich des europäischen Telekommunikationsmarktes mit anderen Staaten (AU, JP, US) und teilweise auch dem weltweiten Durchschnitt	Breitbandabdeckung in Europa ist hoch, Breitbandnutzung und Investitionsvolumina sind jedoch eher gering.
The state of mobile network experience - Benchmarking mobile on the eve of the 5G revolution	Peter Boyland	Opensignal	2019	Vergleich von über Crowdsourcing erhobener Daten zu den Mobilfunknetzen in einer großen Zahl von Staaten	Vorreiterländer in Bezug auf 4G-Verfügbarkeit sind Südkorea, Japan und Norwegen. Südkorea schneidet auch am Besten in der Downloadgeschwindigkeit ab. Deutschland findet sich insgesamt im Mittelfeld bzw. unter den entwickelten Ländern im unteren Bereich wieder.
Use of Internet Services (DESI Report 2019 - Use of Internet Services)	EU Kommission	siehe Autor	2019	Nutzung des Internets in den EU28	Über 90% der Deutschen nutzen das Internet regelmäßig, nur ca. 6% haben es noch nie genutzt. Dänemark weist den höchsten Nutzeranteil, Bulgarien den geringsten auf. Das Gender Gap in der Nutzung schließt sich immer weiter.
#SmartHealthSystems - Digitalisierungsstrategien im internationalen Vergleich	empirica	Bertelsmann Stiftung	2018	Digitalisierungsstrategien im E-Health-Bereich in 17 Ländern. Erstellung eines Index des Digitalisierungsgrades sowie Identifikation von Erfolgskriterien und Nutzungsintensität.	Estland ist im Digital Health-Index führend, Deutschland erreicht Platz 16 von 17 untersuchten Ländern. Die Autoren schlussfolgern, dass die geringe Durchdringung mit bürokratischen Strukturen und den hohen Anforderungen, etwa an Datensicherheit, zusammen hängt.
BEREC Annual Reports - 2017	BEREC	siehe Autor	2018	Verschiedene Kennzahlen der Telekommunikationsmärkte der EU28 im Vergleich	Starke Unterschiede bei der Entwicklung der Telekommunikationssumsätze und -investitionen zwischen den EU-Mitgliedsstaaten; im Vergleich mit dem OECD-Durchschnitt haben VDSL-Anschlüsse in Europa eine hohe Relevanz

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
Der Breitbandausbau in den EU-Mitgliedsstaaten	Europäischer Rechnungshof	siehe Autor	2018	Fortschritt bei der Erreichung der Breitbandziele der Strategie Europa 2020	Der Hof stellte fest, dass sich die Breitbandversorgung EU-weit im Allgemeinen verbessert hat, es jedoch nicht gelingen wird, alle Ziele der Strategie Europa 2020 zu erreichen. Detailliert analysiert wird die Situation in 5 Mitgliedsstaaten (Deutschland, Irland, Italien, Ungarn und Polen).
eGovernment Benchmark 2018 - Securing eGovernment for all	Capgemini, sogeti, IDC, Politecnico di Milano	EU Kommission	2018	Analyse der Leistungsfähigkeit von E-Government-Systemen in den EU-Staaten (+ ausgewählte Nachbarstaaten) durch das Simulieren von "Life Events" (z.B. Anmeldung eines Autos durch "Mystery Shopper"). Herausstellen von "Good Practices".	Eine Korrelation zwischen der generellen Nutzung von digitalen Angeboten und der Nutzung von E-Government-Angeboten wird identifiziert. Ebenso gibt es eine Korrelation zwischen der Verfügbarkeit leistungsfähiger Breitbandinfrastrukturen und einem hohem E-Government-Digitalisierungsgrad.
Fixed Broadband Prices in Europe 2017	empirica und TÜV Rheinland	EU Kommission	2018	Preise für Festnetz-Breitbandinternet in 2017 in den EU-Staaten und ausgewählten Vergleichsstaaten (z.B. Norwegen, Japan, USA)	Länderübergreifend werden sinkende Preise identifiziert, insbesondere bei Produkten mit hohen Bandbreiten; auffallend sind Preisunterschiede zwischen Asien, der EU und Nordamerika. Während Zugangsprodukte in Südkorea deutlich günstiger als in der EU sind, ist das Preisniveau für schnelles Internet in Kanada und den USA wesentlich höher.
Mobile-only: wireless home internet is bigger than you think	Deloitte	siehe Autor	2018	Auf Basis einer Umfrage von je ca. 1000 Teilnehmern in sieben Ländern (UK, FR, ES, RU, US, CA, TR) wird die Zahl der mobile-only-Nutzer und deren Zusammensetzung untersucht.	Die Studie geht davon aus, dass die Zahl der mobile-only-Haushalte in den kommenden Jahren weiter wachsen wird. Mobile-only-Haushalte befinden sich eher in ländlichen Gebieten, umfassen niedrigere Einkommensklassen, sind eher jung als alt und tendenziell eher in Single-Haushalten zu finden.
Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018 – Der IKT-Standort Deutschland und seine Position im internationalen Vergleich	KantarTNS und ZEW Mannheim	BMWi	2018	Neben Eckdaten zur digitalen Wirtschaft in Deutschland und deren volkswirtschaftlicher Bedeutung wird ein Standortindex zur digitalen Leistungsfähigkeit verschiedener Länder erstellt	Deutschland liegt im Standortindex DIGITAL auf Platz 5, hinter den USA, Südkorea, Großbritannien und Finnland; jedoch vor Japan, China, Frankreich, Spanien und Indien. Als gut werden in Deutschland insbesondere die Rahmenbedingungen gesehen, z.B. Verbreitung von Internet und Computern, Innovationsfähigkeit.
Study on Broadband Coverage in Europe 2017	IHS Markit Ltd. und Point Topic	EU Kommission	2018	Vergleich der Breitbandabdeckung in den EU-Mitgliedsstaaten	Die Studie weist eine im Zeitablauf steigende NGA-Verfügbarkeiten aus. Das Wachstum war im ländlichen Bereich (ausgehend von einem niedrigeren Ausgangsniveau) höher als in städtischen Bereichen
Telecommunications Markets in the Nordic and Baltic Countries 2017	Regulierungsbehörden der untersuchten Staaten	siehe Autor	2018	Entwicklungen der zentralen Kennzahlen der Kommunikationsmärkte in den nordischen Staaten und im Baltikum	Die deskriptive Analyse zeigt steigende Datenmengen (im Mobilfunknetz) und Breitbandverfügbarkeiten in allen betrachteten Ländern.

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
Telecommunications Infrastructure International Comparison	NERA Economic Consulting	DCMS (UK)	2018	Auf Basis von Case Studies verschiedener Länder (ES, NZ, SE, FR, DE, AU) wird der Glasfaser-Rollout beurteilt und Lehren für UK gezogen.	Erfolgreiche Maßnahmen zur Förderung des FTTB/H-Ausbaus sind immer auf das entsprechende Land zugeschnitten, so hatten ES, SE und NZ mit sehr unterschiedlichen Maßnahmen Erfolg. Mit Blick auf UK wird ein Fokus auf Infrastrukturwettbewerb empfohlen.
The economic impact of broadband: evidence from OECD countries	Panelis Koutroupis	Ofcom	2018	Einfluss von Festnetz-Breitband auf das BIP der OECD-Staaten	Eine größere Verbreitung von Festnetz-Breitband wirkt sich positiv auf das BIP aus; Staaten mit höheren verfügbaren Geschwindigkeiten profitieren überproportional.
The Mobile Economy - Europe 2018	GSMA Intelligence	GSM Association	2018	Entwicklung des europäischen Mobilfunkmarktes, Prognosen über die zukünftige Entwicklung; nur teilweise nach Ländern separiert	Die Prognosen sagen für Europa im Vergleich zu den weltweiten Trends ein geringeres Wachstum in allen Bereichen voraus; Bis 2025 wird eine Stagnation der Mobilfunkumsätze vorausgesagt (nach einem zwischenzeitlichen Anstieg).
The Tech Divide - Die unterschiedliche Wahrnehmung der Digitalisierung in Europa, Asien und den USA	IPSOS	Vodafone Institut	2018	Umfrage in 9 Ländern über die Wahrnehmung des Digitalisierungsgrades des eigenen Landes und verschiedener verwandter Metriken.	In Deutschland bezeichnen sich im Vergleich zu anderen Ländern überproportional viele Menschen als digital abgehängt. In allen betrachteten Ländern wird ein Fachkräftemangel beklagt. Auffällig ist, dass sich in Asien viele Menschen in ihrer Freizeit im Bereich Digitalisierung fortbilden.
United Nations E-Government Survey 2018	UN Department of Economic and Social Affairs	United Nations	2018	Aktueller Stand der UN-Staaten in Hinblick auf Implementierung von E-Government-Maßnahmen	Deutschland schneidet insgesamt gut ab (international Platz 12); Dies liegt insbesondere an weltweit gesehen relativ hoch entwickeltem Humankapital. Dänemark liegt im Index auf Rang 1.
Ausbaustrategie für Breitbandnetze in Europa - Was kann Deutschland vom Ausland lernen?	Bernd Beckert (Fraunhofer Institut)	Bertelsmann Stiftung	2017	Vergleich der Ausbaustrategien für Breitbandnetze in DE, CH, ES, EE und SE	Die Studie konstatiert für DE einen zu geringen Fokus auf den Glasfaserausbau; es wird eine Notwendigkeit zur Setzung ambitionierterer Ziele und stärkere Einbindung von Kommunen und Landkreisen abgeleitet.
Building Smart Societies - A Blueprint for Action - How the World's Most Digitally Advanced Governments Offer a Strategic Choice Framework on Technology for Policymakers	Bhaskar Chakravorti, Ravi Shankar Chaturvedi und Caroline Troein (The Fletcher School, Tufts University)	siehe Autor (sponsored by Microsoft)	2017	Case Studies und Bewertung von fünf Staaten im Bereich der "Smart Society" (Estland, Israel, Neuseeland, Südkorea, Vereinigtes Königreich) anhand von 242 Indikatoren	Verschiedene Wege führen zu "Smartness" einer Gesellschaft, Technologie ist nur Mittel zum Zweck. Die fünf betrachteten Länder gehören zu den am höchsten digitalisierten der Welt.

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
Digital Planet 2017 - How competitiveness and trust in digital economies vary across the World	Bhaskar Chakravorti und Ravi Shankar Chaturvedi (The Fletcher School, Tufts University)	siehe Autor (sponsored by Mastercard)	2017	60 Länder werden anhand von über 100 Indikatoren in ihrem digitalen Entwicklungsstand (Digital Evolution Index) und der Dynamik des Anstiegens dieser Entwicklung (Momentum) gerankt.	Im Index liegt Deutschland im oberen Mittelfeld (Platz 17 von 60), beim Momentum jedoch in der unteren Hälfte. Grundsätzlich wird die Digitalwirtschaft stark von rechtlichen/politischen Rahmenbedingungen getrieben. Insbesondere kleinere Länder können sich durch bewusste Fokussierung von den anderen Ländern abheben, in armen Ländern etwa durch das vorrangige Fördern mobilen Internets.
Effective Spectrum Pricing - Supporting better quality and more affordable mobile services	NERA Economic Consulting	GSMA	2017	Analyse von Preisen für Spektrum und Verknüpfung mit anderen mobilfunk-spezifischen Metriken wie den Konsumentenpreisen	Es gibt Korrelationen zwischen hohen Spektrumskosten und schlechten Mobilfunkabdeckungen sowie zwischen hohen Spektrumskosten und hohen Konsumentenpreisen.
Folgeabschätzung von Regulierungsmaßnahmen im Telekommunikations-sektor	DIW Econ und DICE Consult	BMWi	2017	Methoden und Indikatoren zur Bewertung von Regulierungsmaßnahmen inkl. einer Beurteilung der gängigen Datenquellen für TK-Marktdaten	Eine pauschal gültige Methode zur Regulierungsfolgenabschätzung existiert nicht; Regulierungsfolgenabschätzungen sollten verpflichtend, transparent und öffentlich sein und ausgeschrieben werden.
International Communications Market Report 2017	Ofcom	Ofcom	2017	Vergleich des Kommunikationssektor in UK mit 16 anderen Ländern (davon 7 EU Länder inkl. DE)	UK verfügt über eine sehr hohe Abdeckung mit schnellem Internet (>30Mbit/s), aber eine sehr niedrige Abdeckung mit sehr schnellem Internet (>300 Mbit/s); die 4G Durchdringung in UK ist besser als in den übrigen untersuchten EU5 Ländern, jedoch schlechter als in einigen der untersuchten außereuropäischen Ländern.
Race to the top: Does competition in the DSL market matter for fibre penetration?	Helanya Fourie, Paul W.J. de Bijl		2017	Analyse des Zusammenhangs zwischen Wettbewerb im DSL-Markt und Rollout von FTTB/H in den EU 27	Es gibt einen non-linearen Zusammenhang zwischen Wettbewerb bei DSL und Fibre FTTB/H-Penetration. Ein Mehr an DSL-Wettbewerb ist insbesondere dann gut für die Glasfaser-Penetration wenn schon ein gewisser Wettbewerb als Ausgangssituation vorhanden ist.
Study on Spectrum Assignment in the European Union	LS Telcom, VVA, PolicyTracker	EU Kommission	2017	Die Methoden und Ansätze der EU-Mitgliedsstaaten für die Vergabe von Spektrum werden untersucht und daraufhin geprüft wie geeignet diese für 5G erscheinen	Es gibt einen Zusammenhang zwischen schwacher LTE-Verfügbarkeit und hohen Auktionspreisen. Die aktuellen Ansätze zur Vergabe der Lizenzen werden einen 5G-Rollout zwar nicht verhindern, könnten diesen jedoch verzögern.
The impact of intra-platform competition on broadband penetration	Tom Ovington, Ron Smith, Juana Santamaría, Luigi Stamatì		2017	Ökonometrische Untersuchung des Effekts von ULL (unbundled local loop) auf Breitband Take-Up in den EU 27	Der Einfluss von ULL auf Take-up ist grundsätzlich positiv. In Ländern wo ULL weit verbreitet ist, könnte dieser Effekt jedoch ausgeschöpft sein.

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
Die Bedeutung von TAL-Preisen für den Aufbau von NGA	Karl-Heinz Neumann, Stephan Schmitt, Rolf Schwab (WIK)	WIK- Diskussionsbeitrag	2016	TAL-Preise und Investitionen und Abdeckungen in NGN in den EU-27	Keine simplistischen Zusammenhänge zwischen TAL-Preisen und NGA-Investitionen; es gibt wahrscheinlich einen (nicht genau bestimmbar) Wendepunkt beim TAL-Preis, ab dem sich dieser nicht mehr positiv sondern negativ auf die Investitionen auswirkt.
NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern	Tseveen Gantumur, Ulrich Stumpf (WIK)	WIK- Diskussionsbeitrag	2016	Regulierungsansätze von NGA-Netzen in KR, JP, AU, US und Einfluss von z.B. Förderung, Nachfrage nach IPTV	Die Studie weist auf einen positiven Einfluss der Kabelnetzabdeckung auf den Aufbau von FTTx-Netzen hin.
Regulatory approaches to risky bottleneck assets: International case studies	Ilsa Godlovitch et al. (WIK)	Ofcom	2016	Regulierungsansätze für Bottleneckinfrastrukturen in 6 EU Ländern (BE, FR, DE, NL, ES, SE)	Die Studie weist auf die Relevanz der Amortisationszeiten für Investitionen in Netzinfrastrukturen hin, die bei der Zugangsregulierung zu beachten sind. Die Art und Weise wie die Investitionsrisiken in den Strategien der Regulierungsbehörden berücksichtigt werden, hat einen Einfluss auf den NGA-Ausbau.
Competition & investment: An analysis of the drivers of investment and consumer welfare in mobile telecommunications	Dieter Elixmann, Ilsa Godlovitch, Iris Henseler-Unger, Rolf Schwab, Ulrich Stumpf (WIK)	Ofcom	2015	Analyse des Verhältnisses von Investitionen und Wettbewerb auf 12 nationalen Mobilfunkmärkten	Es wurden keine Beweise dafür gefunden, dass eine stärkere Marktkonzentration (weniger Wettbewerb) Investitionen verringert oder bessere Marktergebnisse für die Konsumenten erzeugt.
Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband	Ilsa Godlovitch, Iris Henseler-Unger, Ulrich Stumpf (WIK)	Ofcom	2015	Analyse der Treiber für den Ausbau von NGA-Infrastrukturen in 12 Ländern (davon 7 EU, inkl. DE)	Infrastrukturwettbewerb als Haupttreiber des NGA-Ausbaus; Nachfrageseitige Faktoren können Unterschiede bei den Take-up-Raten erklären; Marktgegebenheiten sind für die Abdeckung und den Take-up wichtiger als die Regulierung; Regulierung hat jedoch einen starken Einfluss auf die Anzahl der Diensteanbieter und den Umfang des Dienstangebots.
Europäische und weltweite Trends beim Aufbau von FTTB/H Netzen - Bedeutung für Deutschland	Karl-Heinz Neumann, Rolf Schwab (WIK)	1&1 Telecom GmbH	2015	FTTB/H Ausbau in Deutschland vs. Ausbau im Rest der EU und Rest der Welt	Asien ist im Glasfaserausbau der EU und den USA voraus, die Wachstumsdynamik ist in der EU höher als in den USA. DE und UK haben mit einem historisch starken Fokus auf FTTC einen anderen Weg als die übrigen Mitgliedsstaaten gewählt.
Implementation of the EU regulatory framework for electronic communication	EU Kommission	siehe Autor	2015	Telekommunikationsmärkte der EU-Mitgliedsstaaten im Vergleich	Sehr hohe Nachfrage nach Internetanschlüssen in DE, bei gleichzeitig relativ niedriger Verfügbarkeit von schnellen Anschlüssen; Die EU-Staaten weisen bei Mobile Broadband einen Rückstand gegenüber anderen Industrienationen (z.B. JP, US) auf.

Titel	Autor	Auftraggeber	Veröffentlichungsdatum	Untersuchungsgegenstand	Ergebnisse
International case studies - Final Report for Ofcom	James Allen, Ceri Tinine (Analysis Mason)	Ofcom	2015	Regulierung von NGA Infrastruktur und ihre Auswirkung in sieben Ländern (5 EU, kein DE)	In den betrachteten Ländern werden verschiedene Regulierungsansätze verfolgt, übergreifend ist ein starker Fokus auf den FTTB/H-Ausbau zu verzeichnen; Länderübergreifend lassen sich Muster mit Relevanz für die NGA-Abdeckung identifizieren, insbesondere Infrastrukturwettbewerb durch Kabelnetze und die Relevanz der Topographie und Bevölkerungsdichte als Determinanten für die Ausbaurkosten.

3 Länderfallstudien

In den folgenden Unterkapiteln werden der Status-Quo sowie relevante aktuelle institutionelle und marktliche Entwicklungen in Deutschland und 11 Benchmark-Kandidatenländern skizziert. Dies soll ein grundlegendes Verständnis über den Stand der Versorgung mit leistungsfähigen Festnetz- und Mobilfunkinfrastrukturen, deren Nutzung, die Wettbewerbsintensität sowie nationale Besonderheiten auf Landesebene geben. Diese Indikatoren sind damit grundlegend für den späteren Benchmark.

Bei den untersuchten Ländern handelt es sich um Frankreich, das Vereinigte Königreich, Spanien, Schweden, die Niederlande, Dänemark, die Schweiz, die USA, Japan, Südkorea und China. Die Auswahl umfasst somit neben Deutschland die führenden weltweiten Wirtschaftsnationen (USA, China, Japan), digitale Vorreiter (Südkorea, Dänemark, Schweden, Schweiz) und die größten europäischen Nationen (Frankreich, UK, Spanien).

Soweit nicht anders angegeben liegen allen Länderschnappschüssen dieselben Datenquellen zugrunde. Hierbei handelt es sich um Daten der Weltbank (Einwohnerzahl, BIP pro Kopf, Urbanisierungsgrad)²³, der OECD (Datennutzung)²⁴, von Opensignal (LTE-Verfügbarkeit und LTE-Geschwindigkeiten)²⁵ und Ookla Speedtest (Breitbandgeschwindigkeiten)²⁶. Die Breitbandverfügbarkeiten wurden über die DESI-Daten der EU-Kommission²⁷ oder über die jeweiligen nationalen Regulierungsbehörden erhoben. Die Verfügbarkeiten auf Haushaltsebene wurden auf Basis der genannten Quellen errechnet.

²³ Stand 2018, siehe <https://data.worldbank.org/indicator>.

²⁴ Stand Ende 2018, siehe <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/oecdkeyictindicators.htm>.

²⁵ Stand Mai 2019, siehe https://www.opensignal.com/sites/opensignal.com/files/data/reports/global/data-2019-05/the_state_of_mobile_experience_may_2019_0.pdf.

²⁶ Stand August 2019, siehe <https://www.speedtest.net/global-index>.

²⁷ Stand 2018, siehe <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>.

3.1 Dänemark

Tabelle 3-1: Länderschnappschuss Dänemark

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Relevanz von Stadtwerken und öffentlichen Anbietern für den Glasfaserausbau • Hoher Digitalisierungsgrad der Verwaltung • Infrastruktur-Sharing im Mobilfunk • Frequenzauktionen mit einem Discountmechanismus im Gegenzug für nachträgliche Zusagen bei der Flächenerschließung 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	5.797.446
BIP pro Kopf	\$61.350
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	87,9 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	69 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	61 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	102,88 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	82%
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	27%
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	26%
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	4
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	100 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	89 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	34,60 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	135,7
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	7,64 GB

Festnetz

In Dänemark hat die Verfügbarkeit von schnellen Breitbandverbindungen in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Im Jahr 2017 hatten 95 % der Haushalte Zugang zu Breitbandverbindungen mit Geschwindigkeiten von mindestens 30 Mbit/s und 86 % der Haushalte zu Verbindungen mit mindestens 100 Mbit/s im Download.²⁸

²⁸ Vgl. Zum dänischen Breitbandmarkt: Danish Business Authority (Danish Business Authority DBA (2018), Den geografiske udvikling på bredbåndsmarkedet, und die Marktanalysen der DBA vom Juli

Der Incumbent TDC betreibt ein Kupfernetz mit einer Reichweite von 95 % der Haushalte. Gleichzeitig verfügt TDC auch über ein breitbandfähiges Kabelnetz an das 48 % der Haushalte angebunden sind. Hinzu kommen Kabelnetze von Wohnungsbaugesellschaften und Genossenschaften, die 35 % der Haushalte erreichen.

Ein Großteil der Glasfasernetze in Dänemark wurde von lokalen Energieunternehmen ausgebaut, die in Summe auf eine Netzabdeckung von 60 % der Haushalte kommen. Im Juni 2019 wurde die Fusion von SE/Stofa und Eniig genehmigt. Der aus der Fusion hervorgegangene Netzbetreiber Norlys hat mit dem Glasfaser- und Kabelnetz der beiden fusionierten Unternehmen eine Abdeckung von 40 % der dänischen Haushalte.²⁹

Der Incumbent TDC hat angekündigt, dass er Glasfaser ausbauen wird, sowohl in Gebieten, die noch nicht mit Glasfaser versorgt sind, als auch dort, wo das Unternehmen bereits sein Koaxialnetz betreibt. Demnach wird nur begrenzt ein Parallelausbau von Glasfaser stattfinden, so dass die Entwicklung eines Whoelsalemarkets für Vorleistungen basierend auf Glasfasernetzen Voraussetzung für den Wettbewerb auf Endkundenebene sein wird. TDC geht davon aus, dass die Kundennachfrage langfristig in Richtung Glasfaser geht und mit den eigenen Koaxialnetzen mittelfristig nicht befriedigt werden kann.³⁰

Nur wenige Unternehmen bieten landesweit Breitband an, die Mehrheit betreibt lokale oder regionale Netze. Die vier größten Breitbandanbieter TDC, SE/Stofa, Telenor und Fibia kamen im zweiten Halbjahr 2018 auf ca. 70 % der Breitbandanschlüsse.³¹

2017: DBA (2017), Engrosmarkedet for local netadgang på et fast sted (marked 3a) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse, und DAB (2017), Engrosmarkedet for central netadgang på et fast sted, for så vidt angår masseforhandlede produkter (marked 3b) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse.

29 <https://www.kfst.dk/pressemeddelelser/kfst/2019/20190625-konkurrenceraadet-griber-ind-i-fusion-mellem-se-og-eniig/> und <https://www.se.dk/om-se/presse/presserum-se/repraesentantskaberne-i-se-og-eniig-sagde-ja-til-fusion?vocid=539165127582301&pressPageId=4a0a61aa-512d-4ab3-a577-a5b8adf41057>

30 <https://www.golem.de/news/tdc-group-kabelnetzbetreiber-ueberbaut-eigenes-netz-mit-glasfaser-1906-141691.html> sowie <https://www.macquarie.com/kr/about/newsroom/2018/approach-to-tdc-as-to-discuss-a-possible-voluntary-takeover-offer/>

31 Statistische Daten der Danish Energy Agency (Energistyrelsen) elektronisch verfügbar unter: <https://ens.dk/ansvarsomraader/telepolitik/tal-paa-teleomraadet>

Obwohl der Marktanteil von TDC seit 2012 rückläufig ist, lag er im zweiten Halbjahr 2018 mit 48,4 % weiterhin auf hohem Niveau. Lokale und regionale Netzbetreiber kommen in Summe auf einen Marktanteil von 30 %.³² In den letzten Jahren war der dänische Breitbandmarkt geprägt von Fusionen und Übernahmen sowie von der Diskussion über die Öffnung der lokalen Glasfasernetze für Wettbewerber. TDC wurde vom Investor Macquarie übernommen, der das Unternehmen umstrukturierte und getrennte Einheiten für das Endkunden- und Vorleistungsgeschäft und den Netzbetrieb einführte.³³

Die Nachfrage nach Breitbandanschlüssen mit mindestens 100 Mbit/s Datenrate im Download ist 2018 um 20 % gegenüber dem Vorjahr gewachsen und lag Ende 2018 bei 37,1 %. Die Technologiemarktanteile von xDSL, Kabel und FTTB/H liegen in etwa auf gleichem Niveau, wobei der Anteil von xDSL rückläufig ist.

In den Marktanalysen von 2017 ist die dänische Regulierungsbehörde zum Ergebnis gekommen, dass der Incumbent TDC auf den Breitbandvorleistungsmärkten 3a und 3b weiterhin reguliert werden muss. Die Regulierung des Kabelnetzes auf Markt 3b wurde allerdings aufgehoben mit der Begründung, dass TDC im Mai 2017 ein kommerzielles Angebot mit einem Preismodell vorgelegt hat, bei dem das Kapazitätselement des Preises reduziert und das Endverbrauchererelement erhöht wurde. Dadurch wurde das Gewicht von Größenvorteilen bei der Preissetzung verringert. Alternative Betreiber mit weniger Endverbrauchern als TDC zahlen in der Folge niedrigere Vorleistungspreise.³⁴

Vor dem Hintergrund der Bedeutung alternativer lokaler und regionaler Netzbetreiber für den Ausbau von Glasfasernetzen, bildete die Diskussion über die Marktabgrenzung regionaler Vorleistungsmärkte einen wichtigen Schwerpunkt der Marktanalysen von 2017. Der Regulierer hat allerdings von einer geographischen Marktabgrenzung noch abgesehen und darauf hingewiesen, dass die Entwicklung regionaler Wettbewerbsunterschiede weiter beobachtet würde, um festzustellen, ob eine regionale Abgrenzung von Märkten angezeigt ist.³⁵

32 Statistische Daten der Danish Energy Agency (Energistyrelsen) elektronisch verfügbar unter: <https://ens.dk/ansvarsomraader/telepolitik/tal-paa-teleomraadet>.

33 Danish Business Authority (2018), Den geografiske udvikling på bredbåndsmarkedet, elektronisch verfügbar unter: https://d8test.w2ltest.dk/sites/default/files/2019-03/erst_rapport_om_den_geografiske_udvikling_paa_bredbaandsmarkederne_2018.pdf

34 Abhängig vom jeweiligen Kunden stellt der Regulierer fest, dass das neue Angebot für den gewerblichen Großhandel zu einer Senkung der Großhandelspreise um mehr als 30% führen kann. DBA (2017), Engrosmarkedet for local netadgang på et fast sted (marked 3a) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse, und DAB (2017), Engrosmarkedet for central netadgang på et fast sted, for så vidt angår masseforhandlede produkter (marked 3b) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse.

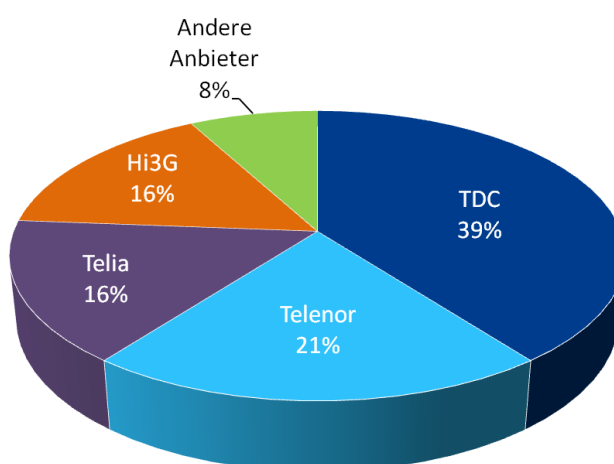
35 Danish Business Authority (Danish Business Authority DBA (2018), Den geografiske udvikling på bredbåndsmarkedet, und die Marktanalysen der DBA vom Juli 2017: DBA (2017), Engrosmarkedet for local netadgang på et fast sted (marked 3a) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse, und DAB (2017), Engrosmarkedet for central netadgang på et fast sted, for så vidt angår masseforhandlede produkter (marked 3b) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse.

Mobilfunk

Auf dem dänischen Mobilfunkmarkt sind die vier Mobilfunknetzbetreiber TDC, Telenor, Hi3G und Telia tätig, von denen die beiden Anbieter Telia und Telenor ein Mobilfunknetz auf der Grundlage einer umfassenden Netz-Sharing-Vereinbarung (über den Joint Venture TTN) gemeinsam betreiben. Ziel des Infrastruktursharings sind Effizienzgewinne und damit die Möglichkeit, eine höhere Netzabdeckung zu erreichen. TDC, Telenor und Telia erreichen eine Netzabdeckung von 100 % der Haushalte, während Hi3G 98 % der Bevölkerung mit seinem Mobilfunknetz abdeckt. Hi3G nutzt in Gebieten, in denen TDC über eine bessere Abdeckung verfügt, nationales Roaming auf dem Netz von TDC. Im internationalen Vergleich bewegen sich die Mobilfunkpreise in Dänemark auf niedrigem Niveau.³⁶

TDC ist der größte Netzbetreiber mit einem Marktanteil von fast 40 %, gefolgt von Telenor mit 21 %. Telia und Hi3G kommen jeweils auf ca. 16 %.³⁷ MVNOs und Reseller erreichen aggregiert einen Marktanteil von rund 8 %, was mit anderen EU-Ländern vergleichbar ist. Die Marktstruktur ist in den letzten 8 Jahren relativ stabil geblieben.³⁸

Abbildung 3-1: Marktanteile auf dem dänischen Mobilfunkmarkt, 2018



Quelle: WIK.

³⁶ Siehe Kapitel 5 sowie Godlovitch, I.; Lucidi, S.; Sörries, B. (2019): Competition and investment in the Danish mobile market.

³⁷ Statistische Daten der Danish Energy Agency (Energistyrelsen) elektronisch verfügbar unter: <https://ens.dk/ansvarsomraader/telepolitik/tal-paa-teleomraadet>

³⁸ Statistische Daten der Danish Energy Agency (Energistyrelsen) elektronisch verfügbar unter: <https://ens.dk/ansvarsomraader/telepolitik/tal-paa-teleomraadet>

Die mobile Breitbandnutzung hat deutlich zugenommen. Im Jahr 2018 betrug diese rund 318.000 TB, 30-mal mehr als im Jahr 2011. Der Anteil von LTE-basierten Verkehrsbeträgen beträgt fast 90 %.³⁹

Laut einer Studie der Europäischen Kommission ist das Preisniveau von mobilen Breitband- und Sprachdiensten in Dänemark im Vergleich mit anderen EU-Ländern niedrig. Die Studie zeigt, dass die Preise in Dänemark ca. 10 bis 50 % unter dem europäischen Durchschnitt liegen.⁴⁰

Bei der letzten Auktion im Februar 2019 ersteigerte TDC 14 der 20 Blöcke in den Frequenzbändern 700 MHz, 900 MHz und 2,300 GHz, was 60 MHz von den insgesamt verfügbaren 100 MHz entspricht. Hi3G erwarb zwei 10 MHz-Blöcke im 700 MHz und 900 MHz Band. Telia und Telenor, die über das Gemeinschaftsunternehmen TTN geboten hatten, sicherten sich zwei 5-MHz-Blöcke im 700-MHz-Band und zwei 10-MHz-Blöcke im 900-MHz-Band. Die Frequenzen können ab April 2020 mit einer Laufzeit von 20 Jahren genutzt werden.⁴¹

Der Regulierer hat im Rahmen der Auktion den Unternehmen die Möglichkeit eingeräumt, durch zusätzliche Netzabdeckungszusagen in vorab definierten Versorgungsgebieten den Preis für ersteigerte Frequenzen zu reduzieren. Hierfür war eine vierte Auktionsrunde vorgesehen, in der die Unternehmen ein Gebot abgeben sollten, für welchen Preisnachlass sie die Netzabdeckung um wieviel Prozent steigern würden. Der Regulierer hatte vorab Obergrenzen für Preisnachlässe festgelegt.⁴² Diese Möglichkeit wurde von den erfolgreichen Bietern jedoch nicht in Anspruch genommen.

TDC und Sonofon (Vorgänger von Telenor) waren ursprünglich im Rahmen der SMP-Regulierung von 2000 dazu verpflichtet, anderen Anbietern MVNO-Zugang zu gewähren. Die MVNO-Vereinbarung wurde nach Aufhebung dieser Zugangsverpflichtung auf kommerzieller Basis fortgeführt. Telia und Telenor sind aufgrund ihrer Network-Sharing-Vereinbarung dazu verpflichtet, Diensteanbietern Zugang zu ihrem Netz zu gewähren.

³⁹ Energistyrelsen (2019): Telestatistik Andet halvar 2018, elektronisch verfügbar unter: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Tele/telestatistik_-_andet_halvaar_2018.pdf

⁴⁰ Europäische Kommission (2017), Study on Mobile Broadband Prices in Europe 2017, elektronisch verfügbar unter: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=50378

⁴¹ <https://5gobservatory.eu/denmark-completes-auction-of-the-700-mhz-band/>

⁴² DEA (2018): Information Memorandum 700 MHz, 900 Mhz and 2,3 GHz Auction, elektronisch verfügbar unter: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Tele/information_memorandum_-_updated_feb_2019.pdf

3.2 Deutschland

Tabelle 3-2: Länderschnappschuss Deutschland

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches staatliches Engagement mit dem Ziel der Verbesserung der Glasfaserfestnetz- und Mobilfunkabdeckung • Pionier bei der Vergabe von lokalem Spektrum für 5G Anwendungen im industriellen Bereich • Staatliche Mobilfunkgesellschaft zum Ausbau von Masten in Planung • Hohe Relevanz von FTTC und geringe FTTB/H-Abdeckung 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	82.927.922
BIP pro Kopf	\$47.603
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	77,3 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	98 %
HFC-Verfügbarkeit	64 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	9 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	74,33 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	82 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	19 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	3 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	343
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	98 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	77 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	22,60 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	82,80
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	2,55 GB

43 Als viertes Unternehmen hat die Drillisch Netze AG im Jahr 2019 5G-Frequenzspektrum ersteigert, so dass in Zukunft vier Mobilfunknetzbetreiber auf dem deutschen Markt agieren werden.

Festnetz

Im Koalitionsvertrag von CDU/CSU und SPD ist der flächendeckende Ausbau mit Gigabit-Netzen bis 2025 vorgesehen („Glasfaser [...] möglichst direkt bis zum Haus“), ein rechtlich abgesicherter Anspruch auf einen Zugang zum schnellen Internet soll zum 01.01.2025 implementiert werden. Auch die Vernetzung öffentlicher Gebäude wie Schulen oder Krankenhäuser noch in der aktuellen Legislaturperiode (voraussichtlich bis Herbst 2021) wurde explizit als Ziel genannt.⁴⁴

In Deutschland hatten Stand Mitte 2019 99 % der Haushalte Zugang zu Breitbandinternet. Bei FTTH/H-Anschlüssen besteht ein deutlicher Rückstand. Mitte 2019 betrug die Anzahl der adressierbaren Haushalte (Homes passed) 4,4 Mio., was 10,5 % der Haushalte entspricht.⁴⁵ Ende 2018 nutzten 1,1 Mio. Haushalte einen Glasfaseran-schluss, wobei bei den Take-up Raten ein leichter, kontinuierlicher Anstieg zu beobachten ist.⁴⁶ Aufgrund des Umstandes, dass der Incumbent, die Telekom Deutschland (TDG) bisher überwiegend auf VDSL- bzw. (Super)Vectoring-Technologie setzt, wird der Glasfaserausbau insbesondere durch eine Vielzahl regional orientierte Anbieter vorangetrieben.

Insbesondere in den Ballungszentren gibt es in Deutschland eine sehr hohe Kabelnetz-Abdeckung. Ca. zwei Drittel der Haushalte können über das Breitbandkabel Internetdienste beziehen. Dies trägt in Kombination mit einer hohen Abdeckung mit durch Vectoring und Supervectoring aufgerüsteter FTTC-Infrastruktur dazu bei, dass die Penetration mit NGA-Anschlüssen Stand 2018 in Deutschland mit 44 % über dem EU-Schnitt von 41% lag.

Die TDG hält einen Marktanteil von 39,4 % der Breitband-Festnetzanschlüsse. Mit 19,9 % liegt Vodafone auf Platz 2. Dann folgt 1&1 mit 12,4 % Marktanteil, vor dem reinen Kabelbetreiber Unitymedia mit 10,7 %. Alle Anbieter, die kleiner als O₂/Telefónica (6,4 %) als fünftgrößter Anbieter sind, haben jeweils unter 2 % Marktanteil.⁴⁷ Aufgrund des sehr lokalen Glasfaserausbaus in Deutschland können diese Anbieter jedoch in einzelnen Regionen durchaus von Relevanz für die Wettbewerbssituation sein.

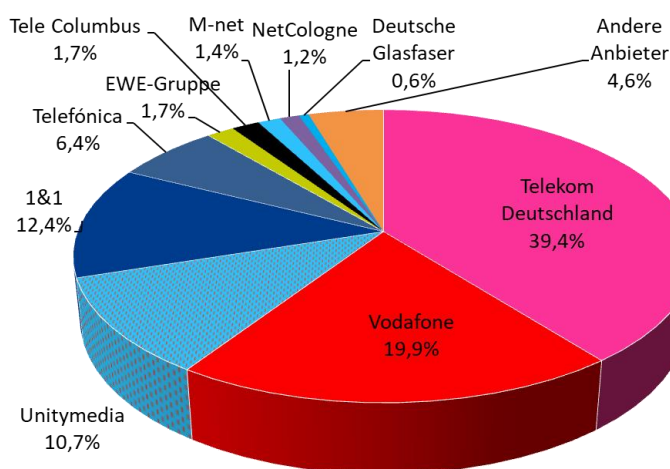
⁴⁴ Vgl. Koalitionsvertrag von CDU/CSU und SPD (2018), Zeile 1625-1662. Elektronisch verfügbar unter: https://www.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1

⁴⁵ BMVI (2020): Breitbandverfügbarkeit in Deutschland: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/breitband-verfuegbarkeit-mitte-2019.pdf?__blob=publicationFile

⁴⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2019): Jahresbericht 2018. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2019/JB2018.pdf?__blob=publicationFile&v=6

⁴⁷ Vgl. VATM (2019): 21. TK-Marktanalyse. Elektronisch verfügbar unter: https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2019/10/VATM_TK-Marktstudie_2019_091019.pdf

Abbildung 3-2: Marktanteile bei Festnetz-Breitbandanschlüssen in Deutschland, 2019



Quelle: WIK basierend auf Daten des VATM.

Der Infrastrukturwettbewerb zwischen Kupfer- und Kabelnetz könnte sich in Zukunft weiter intensivieren. Am 18.07.19 hat die EU-Kommission der Akquisition der Liberty Global Tochter Unitymedia durch Vodafone zugestimmt.⁴⁸ Dadurch hat Vodafone, die u. a. durch den Kauf von Kabel Deutschland 2014 bereits in 13 von 16 Bundesländern über Kabelnetze verfügt, jetzt Kontrolle über den allergrößten Teil des Kabelnetzes in ganz Deutschland. Eine Voraussetzung für die Genehmigung durch die EU-Kommission war, dass Vodafone einem Konkurrenten Vorleistungsprodukte auf dem Kabelnetz zur Verfügung stellen muss. Eine diesbezügliche Vereinbarung hat Vodafone mit Telefónica geschlossen.⁴⁹

Eine mögliche Blaupause für Kooperationen zwischen Unternehmen beim Glasfaserausbau könnten die Verpflichtungen, die die TDG und der nordwestdeutsche regionale Anbieter EWE im Zuge eines Joint Ventures im Dezember 2019 gegeben haben, darstellen.

Innerhalb von vier Jahren ist der Bau von 300.000 Glasfaseranschlüssen (FTTB/H) ohne öffentliche Förderung zugesagt, teilweise auch im ländlichen Raum. Dies wurde inzwischen vom Bundeskartellamt genehmigt. Des Weiteren soll es diskriminierungsfreien Zugang zum Netz für Drittunternehmen geben. Diese Selbstverpflichtung kann

⁴⁸ Vgl. EU-Kommission (2019): Mergers: Commission clears Vodafone's acquisition of Liberty Global's cable business in Czechia, Germany, Hungary and Romania, subject to conditions. Elektronisch verfügbar unter: https://europa.eu/rapid/press-release_IP-19-4349_en.htm

⁴⁹ Vgl. Vodafone (2019): Geplante Unitymedia-Übernahme: Maßnahmenvorschlag an EU-Kommission kann Wettbewerb auf neue Stufe heben. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.vodafone.de/newsroom/unternehmen/geplante-unitymedia-uebernahme-massnahmenvorschlag-an-eu-kommission-kann-wettbewerb-auf-neue-stufe-heben/>

von Relevanz für den Gesamtmarkt und mögliche zukünftige Vereinbarungen zwischen der TDG und regionalen Anbietern beim FTTB/H-Ausbausein. und soll verhindern, dass die beiden Unternehmen im Ausbaugesbiet gemeinsam eine marktbeherrschende Stellung einnehmen können. Darüber hinaus werden die beiden Unternehmen bei Ausschreibungen für geförderten Ausbau weiterhin unabhängig voneinander auftreten.⁵⁰

Eine staatliche Förderung des Breitbandausbaus findet zur Schließung von „weißen Flecken“, d.h. Gebieten, in denen aktuell höchstens 30 Mbit/s im Download zur Verfügung stehen, statt. Auf Bundesebene wurde 2015 ein Förderprogramm mit einem Volumen von 4 Mrd. Euro aufgelegt, der Abruf dieser Fördermittel läuft jedoch schleppend.⁵¹ Daneben gibt es noch eine Vielzahl von Förderprogrammen auf Länderebene mit stark voneinander abweichendem Mitteleinsatz und zum Teil unterschiedlichen Schwerpunkten.⁵² Darüber hinaus findet auch eine Debatte über die bundesweite Förderung in „grauen Flecken“, d.h. solchen Gebieten, in denen ein Netzbetreiber zwar Bandbreiten von mind. 30 Mbit/s, aber weniger als 100 Mbit/s anbietet und kein Ausbau gigabitfähiger Netze geplant ist, statt. Ein solches Förderprogramm für graue Flecken des Bundeslandes Bayern wurde bereits an die EU-Kommission notifiziert.

Mobilfunk

Mit einer durchschnittlichen 4G-Haushaltsabdeckung von 90,1 % der Haushalte lag Deutschland Mitte 2018 im Vergleich mit den EU 28 auf dem fünftletzten Platz.⁵³ Seit Telefónica 2014 E-Plus übernommen hat, gibt es mit der TDG, Vodafone und Telefónica Deutschland (O₂) nur noch drei Mobilfunkanbieter. Zwei weitere größere Anbieter, die als Diensteanbieter agieren, sind 1&1 Drillisch und Freenet. Diese bieten Mobilfunknetze über die Infrastrukturen der MNOs an. Darüber hinaus nutzen die MNOs als Vertriebskanäle auch Vertriebspartner mit eigenen Brands (z.B. ALDI Talk, LIDL Connect) sowie eigene Subbrands (z.B. Congstar, blau.de). Insgesamt macht die Mobilfunkbranche 25,6 Milliarden Euro Umsatz pro Jahr.⁵⁴ 32 % davon entfallen auf die TDG, 26 % auf O₂, 21 % auf Vodafone sowie 10 % auf Freenet und 9 % auf 1&1 Drillisch (vgl. Abbildung 3-3).

⁵⁰ Vgl. Bundeskartellamt (2019): Verpflichtende Zusagen von Telekom und EWE zum gemeinsamen Glasfaserausbau, Pressemitteilung, 05.12.19. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Pressemitteilungen/2019/05_12_2019_Telekom_EWE.pdf

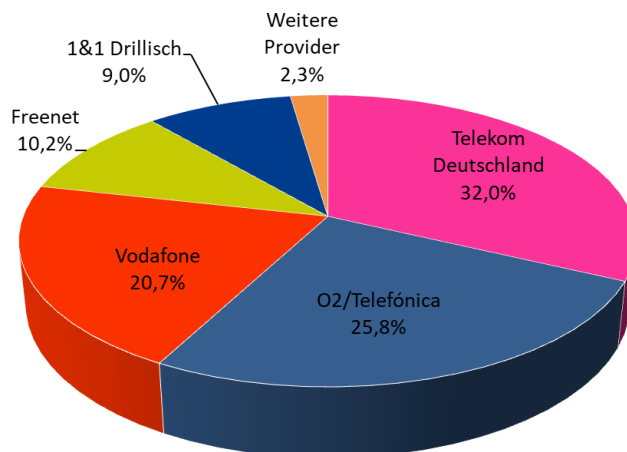
⁵¹ Vgl. Breithut, J. (2019): Warum Kommunen auf 124 Millionen Euro an Fördermitteln verzichten, in: Spiegel Online, 18.07.19., elektronisch verfügbar unter: <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/breitbandausbau-kommunen-verzichten-auf-124-millionen-euro-an-foerdermitteln-a-1277928.html>

⁵² Vgl. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C. (2017): Ansätze zur Glasfaser-Erschließung unterversorgter Gebiete.

⁵³ Vgl. DESI (2019): Connectivity. Elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connectivity>

⁵⁴ Vgl. VATM (2019): 21. TK-Marktanalyse. Elektronisch verfügbar unter: https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2019/10/VATM_TK-Marktstudie_2019_091019.pdf

Abbildung 3-3: Umsätze von MNOs und Diensteanbietern auf dem deutschen Mobilfunkmarkt, 2019



Quelle: WIK basierend auf Daten des VATM.

Bei den aktiven SIM-Karten liegt der Anteil der Service-Provider bei 25,6 %⁵⁵, was in Verbindung mit den Umsatzanteilen dafür spricht, dass diese einen geringeren Durchschnittsumsatz generieren als SIM-Karten, die von MNO-Kunden genutzt werden. Die meisten Tests zur Netzqualität bescheinigen der TDG das beste Netz, gefolgt von Vodafone als Zweitplatzierten und O₂ auf Platz 3.⁵⁶ Bei den LTE Downloadgeschwindigkeiten liegt Deutschland im internationalen Bereich eher im hinteren Bereich.⁵⁷

Die Auktion der ersten Frequenzen, die für 5G genutzt werden, startete im März 2019 und dauerte fast vier Monate. Es wurde Spektrum in den Frequenzbereichen 2 GHz und 3,6 GHz versteigert. Neben den drei etablierten Mobilfunknetzbetreibern hat sich mit 1&1 Drillisch auch ein Anbieter an der Auktion beteiligt, der vorher nur als Diensteanbieter tätig war. Insgesamt wurden 6,55 Milliarden Euro Erlöst, die TDG und Vodafone erlangten je 130 MHz Spektrum, Telefónica 90 MHz und Drillisch 70 MHz.⁵⁸ 70 % der Frequenzerlöse sollen in den Gigabitnetzausbau (Festnetz) fließen, die restlichen 30 % in die Digitalisierung und Vernetzung von Schulen.⁵⁹

⁵⁵ Vgl. Bundesnetzagentur (2019): Jahresbericht 2018, S. 56.

⁵⁶ Vgl. Connect (2019): The great 2019 Mobile Network Test. Elektronisch verfügbar unter: http://p3-networkanalytics.com/wp-content/uploads/2018/12/Network-Test-2019-connect-2019-01-English_sp.pdf sowie Opensignal (2019): Germany - Erfahrungsbericht mit mobilem Netzwerk Mai 2019, <https://www.opensignal.com/de/reports/2019/05/germany/mobile-network-experience>

⁵⁷ Vgl. Speedtest (2019): <https://www.speedtest.net/global-index/germany#mobile>

⁵⁸ Vgl. Bundesnetzagentur (2019): Mobilfunknetze. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html

⁵⁹ Vgl. Bundesregierung (2019): 5G-Frequenzauktion ist beendet. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/5g-auktion-beendet-1637030#tar-10>

Die Frequenzen im Bereich 3,7-3,8 GHz werden nicht per Auktion zugeteilt, sondern sind reserviert für lokale und regionale Nutzung. Diese Frequenzen sollen für Campusnetze, etwa im industriellen oder landwirtschaftlichen Bereich, genutzt werden. Das Antragsverfahren ist im November 2019 gestartet. Deutschland ist hier in Europa unter den Vorreitern, ähnliche Überlegungen gibt es in Luxemburg, Slowenien und Schweden, jedoch noch ohne konkret ausdefinierte Prozesse oder erfolgte Spektrumsvergabe.⁶⁰ Perspektivisch soll auch schon an die drei großen Netzbetreiber vergebenes Spektrum im Bereich 700 MHz für 5G genutzt werden.⁶¹ Deutschland ist einer von nur fünf Mitgliedsstaaten der EU, der das Spektrum in diesem Bereich schon vergeben hat.⁶²

An die Vergabe der 5G-Frequenzen sind seitens der Bundesnetzagentur hohe Auflagen geknüpft, die die Netzbetreiber erfüllen müssen. Bis Ende 2022 sollen alle Autobahnen, die wichtigsten Bundesstraßen und Schienenwege sowie 98 % der Haushalte je Bundesland mit mindestens 100 Mbit/s mobilem Breitband versorgt werden. Zudem sollen bis Ende 2024 auch die übrigen Bundesstraßen mit 100 Mbit/s und kleinere Straßen, Wasserstraßen und weitere Schienenwege mit mindestens 50 Mbit/s versorgt werden. Auch eine Latenzverpflichtung von 10 Millisekunden für alle Autobahnen und Bundesstraßen gibt es. Quantitativ wurde vorgegeben, dass bis Ende 2022 jeder Betreiber 1000 5G-Basisstationen und 500 Basisstationen in „weißen Flecken“ errichten muss.⁶³ Neueinsteiger in den Markt (konkret hier: 1&1 Drillisch) müssen verringerte Versorgungsaufgaben erbringen. Sie müssen bis Ende 2023 25 % der Haushalte mit mobilem Internet abdecken und bis Ende 2025 50 %. Des Weiteren müssen auch sie bis Ende 2022 1000 5G-Basisstationen in Betrieb nehmen.⁶⁴

Ende 2019 hat der Bund im Gegenzug für eine Verlängerung der Zahlungsverpflichtungen aus der 5G-Auktion mit den Netzbetreibern Verträge geschlossen, die eine 99-prozentige LTE Versorgung der Haushalte in allen Bundesländern sicherstellen sollen. Insgesamt werden in Summe mindestens 1.400 zusätzliche Mobilfunkmasten errichtet, die für eine Nutzung durch jeden Betreiber offen stehen sollen.⁶⁵

⁶⁰ Vgl. 5G Observatory (2019): National 5G Plans and Strategies. Elektronisch verfügbar unter: <http://5gobservatory.eu/public-initiatives/national-5g-plans-and-strategies/>

⁶¹ Vgl. Briegleb, V. (2019): Bundesnetzagentur gibt 700-MHz-Band für Mobilfunk frei, in: Heise online, 05.07.19., elektronisch verfügbar unter: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Bundesnetzagentur-gibt-700-MHz-Band-fuer-Mobilfunk-frei-4464141.html>

⁶² Vgl. 5G Observatory (2019): 5G Observatory Quarterly Report 4 – Up to June 2019. Elektronisch verfügbar unter: <http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/07/80082-5G-Observatory-Quarterly-report-4-min.pdf>

⁶³ Vgl. Bundesnetzagentur (2018): Bundesnetzagentur legt finale Entwurf für 5G-Frequenzauktion vor. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2018/20181116_5G.html

⁶⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2018): Bundesnetzagentur stärkt Deutschland als Leitmarkt für 5G. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2018/Entscheidungsentwurf.pdf?__blob=publicationFile&v=2

⁶⁵ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2019/063-scheuer-ausbauoffensive-fuer-laendliche-raeume.html>

Anfang Juli 2019 hat TDG die Vermarktung der ersten 5G-fähigen Mobilfunkverträge und Endgeräte gestartet. Bis Ende des Jahres sollen 300 5G-Antennen an mehr als 100 Standorten errichtet werden.⁶⁶ Mitte Juli aktivierte Vodafone die ersten 25 5G-Stationen in 20 Städten und Gemeinden.⁶⁷ Die durch 5G erlaubten Downloadgeschwindigkeiten sind ersten Tests zufolge international konkurrenzfähig.⁶⁸

Eine Mobilfunkförderung wird in Deutschland intensiv diskutiert, die Gründung einer staatlichen Infrastrukturgesellschaft steht im Raum.⁶⁹ In der im September 2019 veröffentlichten Mobilfunkstrategie des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) wurden in einem 5-Punkte-Plan⁷⁰ verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Mobilfunkabdeckung vorgestellt:

1. Schließung von Lücken im 4G-Netz (z.B. durch Frequenzverlängerung, Weiße-Flecken-Auktionen und die Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft)
2. Deutschland zum Leitmarkt für 5G entwickeln (z.B. durch Konzeptförderung für 5G-Pionierregionen)
3. Bereitstellung und Nutzung geeigneter Standorte verbessern, Akzeptanz erhöhen (z.B. durch Bereitstellung von staatlicher Infrastruktur für Mobilfunksender)
4. Vereinfachung und Beschleunigung von Genehmigungsverfahren
5. Bereitstellung von Informationen über ein elektronisches Portal

Das Bundesland Bayern hat bereits 2018 ein landeseigenes Förderprogramm gestartet, um Kommunen zu ermöglichen, dort Masten zu errichten, wo Mobilfunkbetreiber dies nicht eigenwirtschaftlich tun. Auch die Ertüchtigung von Digitalfunkmasten durch die Netzbetreiber wird gefördert. Insgesamt stehen in Bayern für diese Vorhaben 85 Millionen Euro zur Verfügung.⁷¹

⁶⁶ Vgl. Telekom (2019): Telekom ist startklar für 5G in Deutschland. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/telekom-ist-startklar-fuer-5g-in-deutschland-575972>

⁶⁷ Vgl. Vodafone (2019): Das erste 5G-Handy-Netz ist da: Ab morgen auf Smartphones. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.vodafone.de/newsroom/netz/5g-start-vodafone-startet-5g-in-deutschland/>

⁶⁸ Vgl. Fogg, I. (2019): 5G users now experience max download speeds over 1000 Mbps in 4 countries. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/blog/2019/09/13/5g-users-now-experience-max-download-speeds-over-1000-mbps-in-4-countries>

⁶⁹ Vgl. Delhaes, D. (2019): Eingriff in den Markt: Union und SPD setzen auf staatliche Gesellschaft, in: Handelsblatt online, 14.06.19, elektronisch verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/mobilfunkmasten-eingriff-in-den-markt-union-und-spd-setzen-auf-staatliche-gesellschaft/24456450.html>

⁷⁰ Vgl. BMVI (2019): Mobilfunkstrategie. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Mobilfunkstrategie.pdf?__blob=publicationFile

⁷¹ Vgl. Bayerische Staatsregierung (2018): Bericht aus der Kabinettsitzung vom 9. Januar 2018. Elektronisch verfügbar unter: <http://www.bayern.de/bericht-aus-der-kabinettsitzung-vom-9-januar-2018/>

Unabhängig von etwaiger Förderung gibt es eine Initiative der drei bestehenden MNOs gemeinsam 6.000 Mobilfunkstandorte zu erschließen und zu nutzen.⁷² Diese sollen insbesondere an Verkehrswegen und in wenig besiedelten Gebieten liegen. Ein Abkommen für ein geplantes aktives Networksharing für 4.000 Antennenstandorte wurde im Februar 2020 zwischen der TDG und Vodafone geschlossen.⁷³

Intensive Diskussionen werden in Deutschland schließlich über die Vor- und Nachteile von lokalem Roaming geführt. In einem solchen Modell würden Mobilfunkkunden in ländlichen Gegenden, in denen sie bei ihrem Netzbetreiber keinen Empfang haben, automatisch in das Netz eines anderen Netzbetreibers eingewählt. Die Telekommunikationskonzerne fürchten eine Entwertung von Investitionen in ihre Mobilfunknetze.⁷⁴ Eine Entscheidung bzgl. etwaiger diesbezüglicher Verpflichtungen ist noch nicht gefallen.

72 Vgl. Scheuer, S. (2019): Telekom, Telefónica und Vodafone bauen gemeinsam 6000 Mobilfunkstandorte auf. In: handelsblatt.de, 11.11.19. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/mobilfunkbetreiber-telekom-telefonica-und-vodafone-bauen-gemeinsam-6000-mobilfunkstandorte-auf/25213892.html>

73 <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Telekom-und-Vodafone-Mit-Network-Sharing-zu-besserer-LTE-Abdeckung-4660395.html>

74 Vgl. Heise Online (2019): Lokales Roaming: Verbände fordern bei Mobilfunkausbau härtere Vorgaben. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.heise.de/newsticker/meldung/Lokales-Roaming-Verbaende-fordern-bei-Mobilfunkausbau-haertere-Vorgaben-4432015.html>

3.3 Frankreich

Tabelle 3-3: Länderschnappschuss Frankreich

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Umfangreiches staatliches Engagement mit dem Ziel der Verbesserung der Abdeckung von Festnetz- und Mobilfunkinfrastruktur • Gesetzlich verankertes Ko-Investitions-/Finanzierungsregime mit symmetrischen Regulierungsaufgaben • Umfangreiche staatliche Förderung des Breitbandausbaus in weißen Flecken • „New Deal for Mobile“ zur Förderung des Mobilfunkausbaus 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	66.987.244
BIP pro Kopf	\$41.464
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	80,4 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	28 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	38 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	106,96 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	73 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	11 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	12 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	4
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	n.v.
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	80 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	25,20 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	88,50
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	5,64 GB

Festnetz

In Frankreich liegt die Abdeckung mit Breitbandanschlüssen, die Geschwindigkeiten über 30 Mbit/s ermöglichen (NGA), insgesamt unter dem EU-Durchschnitt. 58,5 % der französischen Haushalte sind mit NGA-Bandbreiten versorgt, in ländlichen Gebieten beträgt der Anteil 46,5 % der Haushalte. Diese niedrigen Werte⁷⁵ sind u.a. die Folge einer geringen Abdeckung mit Kabelnetzen und einer im europäischen Vergleich relativ hohen durchschnittlichen Länge der Kupferleitungen. Bei der Abdeckung mit FTTB/H-Infrastrukturen liegt Frankreich mit 38 % der Haushalte im EU-Vergleich im Mittelfeld. In ländlichen Gebieten beläuft sich diese auf 9,3 %.⁷⁶

Um die Verfügbarkeit leistungsstarker Telekommunikationsinfrastruktur zu verbessern, will Frankreich den Ausbau des Glasfasernetzes beschleunigen und erwägt als vorübergehende Ergänzung alternative technologische Ansätze in abgelegenen Gebieten wie z.B. Hybridlösungen aus 4G und Festnetz. Gemäß dem französischen nationalen Breitbandplan 2013, "Plan France Très Haut Débit" (Frankreichs Plan für ultraschnelles Breitband) sollen bis 2022 alle französischen Haushalte und Unternehmen mit Breitbandgeschwindigkeiten von mindestens 30 Mbit/s versorgt sein. In einem zweiten Schritt wird bis 2025 eine flächendeckende Versorgung mit Glasfaser angestrebt.⁷⁷

Der nationale Breitbandplan sieht hierfür Investitionen in Höhe von 20 Mrd. Euro über einen Zeitraum von zehn Jahren vor- eine Summe, die in Anbetracht der Versorgungsziele jedoch vergleichsweise gering erscheint: Der Betrag teilt sich zwischen dem Staat, den (lokalen) Gebietskörperschaften und den Netzbetreibern auf:

⁷⁵ Während die grundsätzliche Festnetz-Breitbandverfügbarkeit in Frankreich in den EU-Statistiken (z.B. DESI) in 2018 mit 100% angegeben wird, entspricht bzw. entsprach diese laut einer Studie der Verbraucherschutzorganisation Que Choisir im Jahr 2017 nicht der Lebensrealität der Franzosen im ländlichen Raum. Laut dieser Studie hatten 11 % der Bevölkerung (7,5 Mio. Haushalte) höchstens 3 Mbit/s im Download zur Verfügung, 750.000 Haushalte sogar gar keine Möglichkeit für Festnetz-Breitband. Siehe:

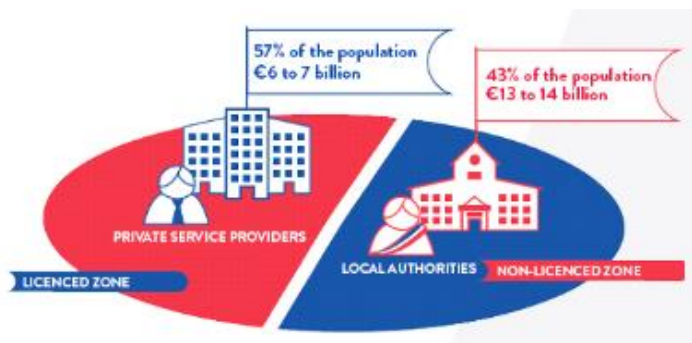
https://www.french-property.com/news/money_france/access_broadband_internet_france/

⁷⁶ EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – France, elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

⁷⁷ Siehe <https://www.aménagement-numerique.gouv.fr/>

Abbildung 3-4: Lizenzierte und unlizenzierte Zonen innerhalb des „Plan France Très Haut Débit“



Quelle: <https://agencedunumerique.gouv.fr/en/the-french-high-speed-broadcast-plan/>

Während der Ausbau in den Metropolen durch private Netzbetreiber getragen werden soll, sollen lokale Behörden außerhalb der Ballungsräume zur Schließung der Lücken öffentliche Netze aufbauen. Es wird davon ausgegangen, dass für die Erschließung von Gebieten außerhalb der Ballungsräume Investitionen von bis zu 14 Mrd. Euro benötigt werden. Der France Très Haut Débit Plan sieht unterschiedliche Formen der Förderung vor, einerseits Subventionen in Höhe von 3,5 Milliarden Euro, andererseits die Bereitstellung langfristiger Kredite mit Laufzeiten von bis zu 40 Jahren zu Vorzugskonditionen.⁷⁸ Bis Juli 2018 wurden von der Regierung 3,1 Mrd. Euro zur Unterstützung des nationalen Breitbandplans bereitgestellt.⁷⁹ In welchem Umfang und wann diese Mittel tatsächlich abgerufen werden/worden sind, ist nicht bekannt.

Im Dezember 2017 kündigte der Premierminister das Programm "Digitaler Zusammenhalt der Gebiete" (im Rahmen des France Très Haut Débit) ab 2019 mit einem Budget von bis zu 100 Millionen Euro an: Die Subventionen sollen Haushalten und Unternehmen zur Verfügung gestellt werden, die derzeit nicht mit mindestens 30 Mbit/s im Download versorgt sind und auch nach den derzeitigen Prognosen bis 2020 nicht an ein schnelles Breitbandnetz angeschlossen werden. Unter diesem Programm sollen Empfangsberechtigte mit schnellen Breitbandverbindungen über drahtlose Technologien versorgt werden; berechnete Personen und Unternehmen können eine finanzielle Unterstützung von bis zu 150 Euro für die Kosten der Ausrüstung, Installation oder Inbetriebnahme der gewählten drahtlosen Lösung erhalten.⁸⁰

⁷⁸ <https://agencedunumerique.gouv.fr/en/the-french-high-speed-broadcast-plan/>

⁷⁹ EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – France, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

⁸⁰ <https://www.economie.gouv.fr/particuliers/cohesion-numerique-territoires-aide-linstallation-haut-debit> und <http://www.francethd.fr/actualites/publication-de-l-appel-a-projets-cohesion-numerique-des-territoires.html>

Die Sinnhaftigkeit des Engagements der französischen Regierung in der Förderung des Breitbandausbaus wird durch empirische Untersuchungen belegt, die einen positiven Zusammenhang zwischen gigabitfähigen FTTB/H- und Kabelinfrastrukturen und verschiedenen wirtschaftlichen Kennziffern auf lokaler Ebene belegen.⁸¹

Im April 2018 boten die beiden Betreiber Orange und SFR an, rechtlich verbindliche Zusagen für den weiteren Aufbau von FTTB/H (ohne staatliche) Subventionen in verschiedenen Gebieten Frankreichs zu tätigen: Orange verpflichtete sich, bis Ende 2020 2.978 Gemeinden mit insgesamt rund 11,1 Millionen Gebäuden zu erschließen. SFR sagte zu, bis Ende 2020 641 Gemeinden mit insgesamt rund 2,6 Mio. Gebäuden an FTTB/H-Netze anzuschließen. Die Verpflichtungserklärungen wurden durch die Regierung angenommen.

Auf dem französischen Telekommunikationsmarkt gibt es vier Netzbetreiber, die sowohl im Festnetz- als auch im Mobilfunksegment tätig sind, Orange, SFR, Bouygues und Free. Der französische Breitbandmarkt verzeichnete im vergangenen Jahr einen Rückgang der Breitbandzugänge, die über DSL realisiert werden, und zugleich einen Anstieg der gebuchten FTTB/H-Anschlüsse. Während der Anteil der DSL-Anschlüsse von 81,7 % auf 77 % sank, stieg der FTTB/H-Anteil von 9,4 % auf 13,7 %.⁸²

Die Wettbewerbsintensität auf dem französischen Markt unterscheidet sich stark nach der Bevölkerungsdichte. Während in urbanen Regionen begünstigt durch die symmetrische Regulierung ein intensiver (Infrastruktur-) Wettbewerb vorherrscht, ist die Wettbewerbsintensität in ländlich geprägten Regionen deutlich niedriger.

Orange unterliegt als marktbeherrschendes Unternehmen in den folgenden drei Märkten der Regulierung:

- lokaler Vorleistungszugang an einem festen Standort (Markt 3a);
- zentraler Vorleistungszugang an einem festen Standort für Massenmarktprodukte (Markt 3b);
- hochwertiger Vorleistungszugang an einem festen Standort (Mietleitungen) (Markt 4).

Auf der Grundlage dieser Entscheidungen muss Orange Zugang zum Kupfernetz und zu passiver Infrastruktur (Kabelschächten und Masten) gewähren und Informationen über die relevanten Netzzugänge veröffentlichen.

⁸¹ Vgl. Hasbi, M. (2017): Impact of Very High-Speed Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence, 14th International Telecommunications Society (ITS) Asia-Pacific Regional Conference: "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24-27 June, 2017, International Telecommunications Society (ITS), Kyoto.

⁸² EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – France, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

Eine Auferlegung von Remedies für FTTB/H-Anschlüsse findet in beiden Märkten jedoch nur für Geschäftskundenvorleistungsprodukte statt. Allerdings gibt es in Frankreich eine symmetrische Regulierung, die vorsieht, dass Betreiber von Glasfasernetzen auf der Vorleistungsebene Zugang über Ko-Investitionsmodelle gewähren müssen. Dabei können Wettbewerber sich vor und nach dem Ausbau an den Investitionen beteiligen und erhalten dafür einen Netzzugang zu günstigeren Konditionen als „normale“ Vorleistungsnachfrager; der Netzzugang wird über einen sehr langen Zeitraum rechtlich zugesichert.⁸³ Hierdurch soll Infrastrukturwettbewerb befördert und potenziellen Investoren in Netzinfrastruktur erleichtert werden, abhängig von der Marktdynamik von Fall zu Fall zu entscheiden, ob sich eine Investition lohnt. Darüber hinaus besteht auch die Verpflichtung einen aktiven Netzzugang anzubieten.⁸⁴

Mobilfunk

Auf dem Mobilfunkmarkt herrscht starker Wettbewerb. Der französische Markt ist durch niedrige Preise und eine gute 4G-Abdeckung gekennzeichnet. Mobilfunkangebote werden oft gemeinsam mit Breitbandprodukten als Quadruple Play Dienste angeboten.

Orange ist mit 34,3 % Marktanteil der führende Anbieter. Der Hauptkonkurrent SFR verfügt über einen Anteil von 22,2 %, danach folgen die beiden anderen MNOs. Der MVNO-Markt stagniert; seit 2016 liegt der kumulierte Marktanteil der MVNOs bei rund 11 %. Die Mobilfunkpreise in Frankreich liegen in der Tendenz unter dem Durchschnitt in der EU, die Wettbewerbsintensität ist hoch.

2018 wurde in Frankreich der New Deal for Mobile umgesetzt, der auf eine flächendeckende 4G-Versorgung abzielt: Dabei unterstützen die französischen Behörden neue Investitionen in Mobilfunknetze, um den mobilen Abdeckungsgrad zu erweitern und die Qualität der Dienste, einschließlich der Innenraumabdeckung, zu verbessern. Auf der Grundlage rechtsverbindlicher Verpflichtungen müssen die Mobilfunknetzbetreiber Maßnahmen ergreifen, um eine flächendeckende 4G-Versorgung im ganzen Land zu gewährleisten. Die notwendigen Investitionen hierfür sind erheblich und erfordern den Aufbau einer großen Zahl neuer Standorte. Im Gegenzug für Investitionen von mehr als 3 Mrd. EUR, die in die Verbesserung der Netzabdeckung fließen, müssen die französischen Mobilfunkbetreiber in den kommenden Jahren keine neuen Frequenzauktionen durchlaufen, wenn die aktuell vergebenen Lizenzen auslaufen.⁸⁵

⁸³ EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – France, elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

⁸⁴ Vgl. ARCEP (2017): FTTH in France, WIK Investment Workshop, Brussels 7 March 2017.

⁸⁵ <https://www.arcep.fr/actualites/les-communiqués-de-presse/detail/n/new-deal-mobile-1.html>

Um die Abdeckung in den auszubauenden Gebieten gezielt zu verbessern, wurden dezidierte Abdeckungsziele festgelegt. Ziel ist es, sowohl die Versorgung in der Fläche als auch in festgelegten Gebieten auf lokaler Ebene dort zu verbessern, wo zuvor von den Gemeinden bzw. der Zentralverwaltung Defizite identifiziert worden sind. Jeder Netzbetreiber muss etwa 5.000 neue Standorte erschließen, von denen einige gemeinsam genutzt werden. Die Netzbetreiber müssen innerhalb von 24 Monaten nach Zuweisung der Ausbaugebiete durch das Ministerium 4G-Mobilfunkdienste an diesen neuen Standorten bereitstellen. Die ersten dieser Gebiete müssen bis Juni 2020 versorgt werden.⁸⁶

Frankreich belegt beim Indikator „Bereitschaft für 5G“ europaweit den dritten Platz. Bis Ende 2018 hatte Frankreich gemäß der Entscheidung (EU) 2019/235 der Kommission die Frequenzen im 700-MHz-Band zugewiesen.⁸⁷

Der 5G-Ausbau wird von der Regierung und der nationalen Regulierungsbehörde Arcep vorbereitet, die einen Fahrplan für 5G verabschiedet haben: Nach einigen 5G-Tests im Jahr 2018 sollten ursprünglich 2019 die für die 5G-Nutzung erforderlichen Frequenzbänder freigegeben und die ersten 5G-kompatiblen Endgeräte vermarktet werden.

Ein Teil des ursprünglichen Plans wurde in der Zwischenzeit angepasst. Die Frequenzen im Bereich des 3,4 - 3,8 GHz-Bandes sollten im April 2020 nicht (nur) durch ein Zuweisungsverfahren, sondern auch durch eine Auktion vergeben werden, die Auktion wurde aufgrund der Covid 19 Krise jedoch erstmal bis auf weiteres verschoben: Die Regierung plant, jedem Netzbetreiber 50 MHz 5G-Spektrum für 350 Millionen Euro zu verkaufen und dann weitere 11 Lose (je 10 MHz) mit einem Mindestpreis von je 70 Millionen Euro zu versteigern. Dabei sehen die Spezifikationen von Arcep vor, dass jeder Betreiber bis Ende 2020 in mindestens zwei Städten 5G-Dienste einführen muss. Ferner müssen die Netzbetreiber bis 2022 3.000 Standorte, bis 2024 8.000 Standorte und bis 2025 10.500 Standorte erschließen.⁸⁸ Darüber hinaus gab ARCEP die ersten elf 5G-Projekte bekannt, die für die Nutzung des 26 GHz-Bandes als 5G-Testplattformen ausgewählt wurden.⁸⁹

⁸⁶ <https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/new-deal-mobile.html#CouvertureCiblee>

⁸⁷ EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – France, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

⁸⁸ <https://en.arcep.fr/news/press-releases/p/n/5g-7.html> und <https://en.arcep.fr/news/press-releases/p/n/5g-8.html>

⁸⁹ <https://en.arcep.fr/news/press-releases/p/n/5g-6.html>

3.4 Niederlande

Tabelle 3-4: Länderschnappschuss Niederlande

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Starke Marktkonzentration infolge einer intensiven Marktkonsolidierung • Joint Dominance von KPN und VodafoneZiggo festgestellt • Niedrige Verlegekosten befördern den Breitbandausbau • Mobilfunknutzung vergleichsweise gering 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	17.231.017
BIP pro Kopf	\$53.024
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	91,5 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	95 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	35 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	99,81 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	97 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	45 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	17 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	3
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	100 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	93 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	42,40 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	116,20
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	2,58 GB

Festnetz

Die Niederlande verfügen über eine qualitativ hochwertige Infrastruktur mit mehreren parallelen festbasierten Telekommunikationsnetzen (Kupfer, Kabel und Glasfaser) sowie drei Mobilfunkanbietern. Landesweit herrscht eine hohe Verfügbarkeit von festem und mobilem Hochgeschwindigkeits-Internet: 99,8 % der Haushalte verfügen über Zugang zu mindestens 30 Mbit/s und 97,5 % haben Zugang zu Bandbreiten von mind. 100 Mbit/s.

Die Niederlande profitieren hierbei von einer fast vollständigen Abdeckung mit aufgerüsteten Kabelnetzen. Die FTTB/H Verfügbarkeit liegt mit 35,1 % über dem EU-Durchschnitt, wobei sich der Ausbau von FTTB/H in letzter Zeit hauptsächlich auf den ländlichen Raum konzentriert.⁹⁰

Die Niederlande haben die auf europäischer Ebene vorgegebenen Ziele der „Digitalen Agenda Europa“ größtenteils bereits erreicht. Im Juli 2018 wurde der nationale Breitbandplan mit der Veröffentlichung des Aktionsplans Konnektivität⁹¹ aktualisiert. Dieser Plan zeigt, welche Maßnahmen die Regierung ergreifen wird, um die niederländische digitale Infrastruktur auf dem neuesten Stand zu halten. Damit soll sichergestellt werden, dass alle Menschen in den Niederlanden bis 2023 Zugang zu Festnetz-Breitband-Internet mit einer Geschwindigkeit von mindestens 100 Mbit/s haben werden.

Während der FTTB/H-Einsatz in ländlichen Gebieten in den Niederlanden in der Vergangenheit überwiegend auf lokale Initiativen zurückzuführen war⁹², sind die privaten Investitionen zuletzt deutlich gestiegen. Hier konkurrieren die Marktteilnehmer aber häufig in denselben Gebieten um die Nachfrage; der Großteil der neu ausgebauten Netze ist FTTB/H-basiert. Die gesamten Investitionen in die Festnetzinfrastruktur auf dem niederländischen Markt sinken jedoch seit 2014: Dies ist zum einen auf den Strategiewechsel KPNs von FTTB/H zu FTTC Vectoring als auch auf die Integrationskosten durch den Zusammenschluss von Ziggo, Vodafone und UPC zu einem nationalen Kabelnetzbetreiber zurückzuführen.

In den Niederlanden existiert keine Förderregelung für Breitbandnetze auf nationaler Ebene. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die regionalen und lokalen Behörden die Verantwortung für eine ausreichende Finanzierung bei fehlenden privaten Investitionen tragen. Eine Studie von CERRE schätzt den gesamten Umfang der Investitionen in den Niederlanden im Zeitraum 2003 bis 2018 nur auf etwa 25 Mio. Euro. Der geringe Umfang an Fördermitteln wird auf die Geografie des Landes und die besondere Rolle der Kabelnetzbetreiber zurückgeführt.⁹³ Die Regierung übernimmt lediglich eine vermittelnde Rolle, dabei legt sie allgemeine Rahmenbedingungen fest (etwa zur Finanzierung) und veröffentlicht fachspezifische Informationen oder Best Practice Beispiele. Hinzu kommt, dass aufgrund der hohen Flächendeckung des Kabelnetzes nur vergleichsweise wenige weiße und graue Flecken existieren.

90 EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Netherlands, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

91 Vgl. Connectivity Action Plan (2018), elektronisch verfügbar unter: <https://www.government.nl/documents/reports/2018/07/13/connectivity-action-plan>

92 <https://www.broadbandtvnews.com/2019/02/08/the-netherlands-reaches-3-million-fibre-connections/>

93 Vgl. CERRE (2018): State Aid for Broadband Infrastructure in Europa, November 2018, https://www.cerre.eu/sites/cerre/files/CERRE_StateAidBroadband_FinalReport_0.pdf

In den Niederlanden sind ein deutlicher Rückgang der Festnetznutzung bei der Sprachkommunikation und eigenständige TV-Abonnements zu beobachten. Endkundendienste werden überwiegend in Bündeln (Triple-Play oder Quad-Play) erworben, die jüngere Bevölkerung fragt vermehrt reine Internetabonnements nach. Als Treiber der Nachfrage auf dem Markt gelten neben der Netzwerkgeschwindigkeit auch exklusive Inhalte; gerade die Preise für TV-Inhalte sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen.⁹⁴

Als Haupthindernisse für den festnetzbasieren Netzausbau sehen die Netzbetreiber die erforderlichen Baugenehmigungen und recht hohe Gebühren für Wegerechte. Hier unterscheiden sich die Ansätze von Gemeinde zu Gemeinde z.T. recht deutlich. Ein weiteres Problem besteht darin, dass die Verfahren zu den Bauarbeiten für den Netzaufbau zwischen den Gemeinden ebenfalls stark variieren (Zeitplanung, Koordination) und den schnellen Ausbau von Glasfasernetzen damit verzögern.

Der niederländische Markt ist durch die nahezu flächendeckende Abdeckung von xDSL-, FTTx- und Koaxkabeln gekennzeichnet. ACM kam zu dem Schluss, dass es aufgrund der konvergierenden technischen Merkmale der verfügbaren Bitstrom-Produkte keine Rechtfertigung mehr für die Trennung eines lokalen und eines zentralen Zugangsmarktes gibt.

Darüber hinaus entschied ACM im September 2018, dass der Incumbent KPN und der Kabelbetreiber VodafoneZiggo gemeinsam auf dem Markt für den festen Vorleistungszugang marktbeherrschend sind („Joint Dominance“). Für beide Unternehmen wurden daher Regulierungsmaßnahmen erlassen, welche die Verpflichtung zur Bereitstellung des Vorleistungszugangs und eine Preiskontrolle einschließen.⁹⁵ Die Kommission erhob keine Einwände gegen die Feststellung von ACM, dass KPN und VodafoneZiggo eine gemeinsame marktbeherrschende Stellung innehaben. Infolge der neu eingeführten Kabelregulierung veröffentlichte VodafoneZiggo Ende 2018 ein Referenzangebot zu Vorleistungsangeboten und Anfang 2019 Informationen zu Vorleistungspreisen. Im März 2020 wurde jedoch einer Klage vor dem Dutch Trade and Industry Appeals Tribunal (CBB), der höchsten verwaltungsrechtlichen Instanz in den Niederlanden Recht gegeben, wodurch die Entscheidung der ACM hinfällig ist.⁹⁶

Mobilfunk

Die beiden größten Mobilfunknetzbetreiber KPN und VodafoneZiggo haben zusammen einen Marktanteil von ca. 63 %. Die Preise im Mobilfunkbereich auf dem Endkundenmarkt liegen unter dem Durchschnitt in der EU. Obwohl auf dem Markt nur drei Netzbe-

⁹⁴ EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Netherlands, elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

⁹⁵ <https://www.acm.nl/en/publications/acm-besides-kpns-fixed-network-vodafoneziggos-must-be-opened-competitors-too>

⁹⁶ <https://www.acm.nl/en/publications/highest-administrative-law-court-netherlands-has-reversed-acms-decision-open-networks-kpn-and-vodafoneziggo>

treiber agieren, herrscht ausgeprägter Wettbewerb, auch begünstigt durch zahlreiche MVNOs und Reseller. Auch die weit verbreiteten Bündelprodukte auf dem niederländischen Markt wirken sich positiv auf den Wettbewerb aus. Die Mobilfunknutzung in den Niederlanden ist dennoch vergleichsweise gering, was auf eine intensive Nutzung von WLAN für die Datenübertragung zurückzuführen ist.

VodafoneZiggo und KPN gaben die Abschaltung ihrer 3G-Netze in den Jahren 2020 und 2022 bekannt. Die Betreiber optimieren ihre Spektrumnutzung, um mehr Frequenzen für 4G anstelle von 3G und 2G zu nutzen. Die gemeinsame (passive) Nutzung von Standorten und Antennen wird regelmäßig vorgenommen, um die Effizienz des Ausbaus zu erhöhen und die Abdeckung zu verbessern.⁹⁷

Nach Ansicht von ACM besteht keine Notwendigkeit für einen vierten Mobilfunkteilnehmer auf dem niederländischen Markt, da die drei derzeitigen Marktteilnehmer (KPN, VodafoneZiggo und T-Mobile Netherlands) ausreichenden Wettbewerb gewährleisten.⁹⁸

Die bedeutendste Marktentwicklung im letzten Jahr stellt die Akquisition von Tele2 Netherlands (Anbieter im Bereich Festnetz und Mobilfunk) durch T-Mobile dar. Der Zusammenschluss wurde von der Europäischen Kommission im November 2018 ohne Auflagen genehmigt. Nach der Fusion hält Tele2 25 % an der (erweiterten) T-Mobile NL, während die Deutsche Telekom 75 % hält.⁹⁹

Für den Ausbau von 5G-Netzen soll Anfang 2020 eine Multiband-Frequenzauktion stattfinden: Das 700-MHz-Band soll gemeinsam mit den 1,4- und 2,1-GHz-Bändern für einen Zeitraum von 20 Jahren versteigert werden. Die Versteigerung für das 3,4 - 3,8 GHz-Band ist für 2021/2022 und damit nach Ablauf der im Europäischen Kodex für elektronische Kommunikation festgelegten Frist geplant. Noch keine Pläne sind für die Versteigerung des 26-GHz-Bandes vorhanden.

Der Nationale Aktionsplan zielt darauf ab, bis 2025 eine lückenlose drahtlose 5G-Breitbandversorgung in allen Stadtgebieten sowie auf Hauptverkehrsstraßen und Eisenbahnstrecken zu gewährleisten. Derzeit laufen verschiedene innovative 5G-Testverfahren, die sich auf 5G-Anwendungen in den Bereichen Mobilität/Automobil, Industrie, Unterhaltung, Smart Cities, Landwirtschaft und Gesundheit konzentrieren.

⁹⁷ https://www.telecompaper.com/nieuws/86-procent-nederlanders-tevreden-over-indoor-kwaliteit-mobiele-netwerk--1292987?utm_source=telecom_vandaag&utm_medium=email&utm_campaign=16-05-2019&utm_content=textlink, <https://www.budde.com.au/Research/Netherlands-Mobile-Infrastructure-Broadband-Operators-Statistics-and-Analyses> und <https://www.telecompaper.com/news/dutch-mobile-prices-drop-to-rank-among-cheapest-in-europe-study--1302586>

⁹⁸ EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Netherlands, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

⁹⁹ https://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6588_en.htm

Hierdurch soll gewährleistet werden, dass 5G zeitnah in einer oder mehreren Städten verfügbar ist.¹⁰⁰

Ende 2018 riefen die niederländischen Behörden ein 5G-Innovationsnetzwerk (bestehend aus Telekommunikationsanbieter, Unternehmen, Start-ups, Anbietern sowie regionalen und lokalen Gebietskörperschaften) zur Identifikation von Best Practice ins Leben. Im März 2019 wurde das 5G-Manifest von mehr als 23 Marktteilnehmern, Ministerien sowie regionalen und lokalen Gebietskörperschaften unterzeichnet, mit dem Ziel, dass die Niederlande weiterhin Europas Vorreiter in Sachen Konnektivität bleiben.¹⁰¹ Im 5G-Manifest werden etwa die Rollenverteilung der einzelnen Akteure beim 5G-Ausbau festgehalten, die Kommunikation mit Kommunen und Endkunden sowie die Harmonisierung von lokalen Initiativen zur Beschleunigung des Ausbaus und Entlastung der kommunalen Verwaltung. Außerdem sollen mögliche Synergien des 5G-Rollouts mit anderen Projekten erzielt werden, um die Kosten zu reduzieren, die Infrastruktur zu optimieren und damit den einzelnen Business Case zu verbessern. Schließlich möchten die Beteiligten durch Kooperationen in die Ausbildung von ausreichend qualifizierten Arbeitskräften investieren.¹⁰²

Leuchtturmcharakter hat das 5Groningen Living Lab als das am weitesten fortgeschrittene Labor, in dem Pilotprojekte in den Gebieten Präzisionslandwirtschaft, Fernversorgung, autonomer Verkehr, intelligente Energienetze und intelligente Industrie stattfinden.¹⁰³

100 EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Netherlands, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

101 Vgl. <https://www.eurofiber.nl/nieuws-pers/mona-keijzer-ontvangt-handvest-5g-samenwerken-om-koppositie-nederland-in-digitale-toekomst-te-behouden/>.

102 <https://www.eurofiber.nl/lifeline/samen-op-weg-naar-hoogwaardige-digitale-connectiviteit/>

103 <https://www.5groningen.nl/en/>

3.5 Schweden

Tabelle 3-5: Länderschnappschuss Schweden

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Führend in zahlreichen Metriken zur Digitalisierung • Intensiv genutzte Wholesale-Plattform als Treiber für kommerzielle Wholesale-Vereinbarungen • Hohe Relevanz von Wholesale-only im Breitbandmarkt • Glasfaserentbündelung • Infrastruktur-Sharing im Mobilfunk 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	10.183.175
BIP pro Kopf	\$54.608
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	87,4 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	99 %
HFC-Verfügbarkeit	37 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	72 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	117,33 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	78 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	13 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	52 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	4
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	100 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	91 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	30,8 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	124,40
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	7,32 GB

Festnetz

Schweden ist mit einer Glasfaserverfügbarkeit von 72,2 % der Haushalte¹⁰⁴ in 2018 ein Vorreiter beim Ausbau von hochbitratigen Breitbandinfrastrukturen (der EU-Durchschnitt liegt bei 29,6 %). Die NGA Verfügbarkeit lag 2018 bei 86 %, die Versorgung mit Bandbreiten von mehr als 100 Mbit/s bei 84 % der Haushalte.

¹⁰⁴ Auch 67 % der Unternehmen haben Zugang zu einem Glasfaseranschluss.

Eine starke Nachfrage, eine ausgeprägte Zahlungsbereitschaft für Glasfaseranschlüsse und eine hohe Nutzung datenintensiver Dienste stellen Nährboden und Haupttreiber auf dem schwedischen Breitbandmarkt dar.¹⁰⁵ Einfamilienhaushalte sind häufig bereit, Einrichtungsgebühren von bis zu 2.000 Euro für die Anbindung an ein Glasfasernetz zu zahlen. Das Thema Breitbandausbau hat einen hohen Stellenwert auf allen politischen Ebenen und das Angebot von digitalen öffentlichen Diensten stimuliert die Endkunden- nachfrage.

2016 hat Schweden ein Breitbandprogramm mit drei ehrgeizigen Zielen festgelegt:

- (i) Bis 2020 sollten 95 % aller Haushalte und Unternehmen über einen Breitbandzugang von mindestens 100 Mbit/s verfügen.
- (ii) Bis 2023 sollte das gesamte Land Zugang zu stabilen Mobilfunkdiensten guter Qualität haben.
- (iii) Bis 2025 sollen 98 % aller Haushalte und Unternehmen über einen gigabit-fähigen Internetzugang verfügen.¹⁰⁶

Der Ausbau der Breitbandnetze schreitet weiter voran. Allerdings sind die verbleibenden, eher dünn besiedelten Gebiete schwer abzudecken. Hinzu kommen Verzögerungen bei der Umsetzung, vor allem aufgrund von Genehmigungsverfahren. Die Regulierungsbehörde PTS arbeitet mit Behörden und Interessengruppen zusammen, um Lösungen zur Beseitigung von Hindernissen für eine effiziente Breitbandnutzung (etwa die Verlegung entlang von Straßen) zu finden. Darüber hinaus wird derzeit über ein nationales Beihilfeprogramm diskutiert, um die Zuweisung von öffentlichen Mitteln in die Bereiche zu lenken, in denen sie am dringendsten benötigt werden.¹⁰⁷

Verschiedene EU-Programme werden im Förderkontext genutzt. Das Budget für das Programm zur Entwicklung des ländlichen Raums im Zeitraum zwischen 2014-2020 wurde auf 425 Mio. EUR veranschlagt, von denen 81 % bewilligt und 12,6 % ausgezahlt wurden. Das Budget für das Regionalentwicklungsprogramm 2014-2020 wurde auf 60 Mio. EUR veranschlagt und vollständig bewilligt. Bisher wurden rund 39 % der Mittel ausbezahlt.¹⁰⁸

105 <https://www.government.se/496173/contentassets/afe9f1cfeaac4e39abccd3b82d9bee5d/sweden-completely-connected-by-2025-eng.pdf>

106 <https://www.government.se/496173/contentassets/afe9f1cfeaac4e39abccd3b82d9bee5d/sweden-completely-connected-by-2025-eng.pdf>

107 Vgl. EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Sweden, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

108 Vgl. EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Sweden, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

In Schweden gibt es rund 210 Festnetzbetreiber und etwa 160 Betreiber von lokalen Glasfasernetze: Der Großteil der Glasfaserinfrastruktur in Schweden wurde von lokalen Stadtnetzen wie Stokab, dem städtischen Netz für den Raum Stockholm, ausgebaut.¹⁰⁹ Rund 180 von 290 schwedischen Gemeinden haben in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren Glasfasernetze aufgebaut, was mehr als 50 % der Glasfaserabdeckung ausmacht. Die meisten kommunalen Netze bieten einen passiven Zugang zu Glasfaser („entbündelte Glasfaser“) an und betreiben Wholesale-only-Geschäftsmodelle.¹¹⁰ Die Auslastung dieser Netzinfrastrukturen hat dabei stark von Open Access und der intensiven Nachfrage Dritter profitiert, welche wiederum durch einen hohen Standardisierungsgrad bei den Produkten und Prozessen befördert wurde.

Die Standardisierung wurde maßgeblich durch die Zusammenarbeit der Local Fiber Alliance (SSNf) mit der Service Provider Alliance (TLF) vorangetrieben. Mit dem Ziel einer Kostensenkung für Diensteanbieter und Netzbetreiber wurden einheitliche API, SLA-Level und die Standardisierung von Vorleistungsprodukten vereinbart.¹¹¹ Ziel war es, durch die Standardisierung der Prozesse und Produkte die Attraktivität des Vorleistungsbezugs auf regionalen Netzen durch die großen nationalen Anbieter zu erhöhen und dadurch die Netzauslastung zu steigern.

In weiten Teilen der Hauptstadt Stockholm sind drei sehr leistungsfähige Netze vorhanden (Stokab, Telia und der Kabelbetreiber Com Hem). Davon abgesehen ist der infrastrukturbasierte Wettbewerb zwischen hochbreitbandigen Netzen in Schweden jedoch begrenzt.

Telia ist der größte Netzbetreiber mit einem Marktanteil von 32,7 %, gefolgt von Com Hem mit 21,7 % und Telenor mit 18,1 %. Die Preise für Festnetzanschlüsse in Schweden liegen leicht unter dem EU-Durchschnitt.

In Schweden muss der Incumbent seit 2010 im Rahmen der SMP-Regulierung Zugang zu seiner FTTB/H-Netzinfrastruktur gewähren. Im Jahr 2018 startete PTS eine öffentliche Konsultation im Zusammenhang mit der jüngsten Marktanalyse für den Zugang zu lokalen Vorleistungsprodukten (Markt 3a). Eine der wichtigsten vorläufigen Schlussfolgerungen war, dass der Zugang zu Kupfer und Glasfaser nicht mehr im gleichen relevanten Produktmarkt ist und dass daher zwei Märkte auf Endkundenebene definiert werden sollten, die (i) Breitband über Glasfaser und Kabel und (ii) Breitband über

¹⁰⁹ Stokabs Geschäftsmodell ist in den letzten Jahren sehr erfolgreich. Im Jahr 2017 betrug der Umsatz 784 Mio. SEK (ca. 77 Mio. Euro) und der Gewinn 234 Mio. SEK (23 Mio. Euro). Auch die Finanzlage anderer kommunaler Netze war ebenfalls überwiegend positiv: 65 % der kommunalen Netzunternehmen zeigten nach 10 Jahren positive Ergebnisse und 10 % ein ausgeglichenes Ergebnis, wobei derzeit weniger als 25 % negative Ergebnisse ausweisen. Vgl. WIK Consult (2016), Regulatory, in particular access, regimes for network investment models in Europe, final report, prepared for the EU-Commission.

¹¹⁰ Nur etwa 2,5 % der gesamten Breitbandanschlüsse werden durch die Betreiber der Stadtnetze vermarktet. EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Sweden, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

¹¹¹ <https://www.netadminsyste.ms.com/blog/how-standardization-works-in-different-countries>

Kupfer umfassen. PTS kam zu dem Schluss, dass auf der Vorleistungsebene zwei Märkte definiert werden könnten: der lokale Zugang zu Glasfasernetzen und der lokale Zugang zu kupferbasierten Netzen. Beide wurden als national festgelegt, und für Telia wurde auf beiden Vorleistungsteilmärkten SMP festgestellt. PTS stellte weiterhin fest, dass kein Betreiber über SMP auf dem Markt für den zentralen Vorleistungszugang (Markt 3b) verfügte: Hier wird die wettbewerbliche Situation durch die Wettbewerbsbehörde als ausreichend erachtet, so dass dieser Markt weiterhin nicht reguliert wird. Es wurden keine Verpflichtungen für den Glasfaserzugang auf der Grundlage einer symmetrischen Regulierung formell festgelegt. Somit unterliegt in Schweden nur der etablierte Betreiber den Verpflichtungen zur Entbündelung des Glasfaseranschlusses (auf Grundlage eines Margin-Squeeze Tests). Die EU-Kommission ist der Abgrenzung eines nationalen Marktes für Glasfasernetze durch PTS jedoch nicht gefolgt und hat dies in einem „serious doubts letter“ und mit der Eröffnung einer Phase II Untersuchung im Dezember 2019 kundgetan.¹¹²

Im Oktober 2018 genehmigte die Kommission gemäß der EU-Fusionskontrollverordnung die geplante Übernahme von Com Hem durch Tele2. Tele2 ist hauptsächlich in der Mobilkommunikation tätig, während Com Hem schwerpunktmäßig in den Bereichen Festnetz und Kabel-TV agiert. Mit dem Zusammenschluss werden die beiden Unternehmen zu einem führenden integrierten Betreiber auf dem schwedischen Telekommunikationsmarkt. Das fusionierte Unternehmen wird unter der Marke Tele2 firmieren.¹¹³

Mobilfunk

Schweden hat eine der höchsten mobilen Breitbandpenetrationsraten in der EU und verfügt über wettbewerbsfähige, mobile Breitbandpreise, die unter dem EU-Durchschnitt liegen. Der schwedische Mobilfunkmarkt ist mit vier Netzbetreibern (Telia, Tele 2, Telenor, 3 Sweden)¹¹⁴ und zahlreichen MVNOs (mit geringen Marktanteilen¹¹⁵) äußerst wettbewerbsintensiv. Telia hält mit 47,3 % den höchsten Marktanteil. Die schwedischen Mobilfunkbetreiber vereinbaren häufig Infrastruktur-Sharing-Vereinbarungen in verschiedenen Partnerschaften und Konstellationen (etwa Kooperationsverträge für den Ausbau von 3G- und 4G-Netzen); gleichzeitig konkurrieren sie jedoch auf Endkundenebene.¹¹⁶

¹¹² Vgl. EU-Kommission (2019): Case SE/2019/2216: Wholesale local access to fibre networks provided at a fixed location in Sweden. Commission's serious doubts - Opening of Phase II investigation pursuant to Article 7 (4) of Directive 2002/21/EC, C(2019) 8884 final, Brüssel, 2019.

¹¹³ https://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6065_en.htm

¹¹⁴ Bei Net 1 handelt es sich um einen Netzbetreiber, der vor allem Dienste im 450-MHz-Band anbietet, vor allem im Bereich M2M und IoT. Entsprechend handelt es sich um einen Anbieter der mit den übrigen MNOs auf dem schwedischen Markt nicht vergleichbar ist. Vgl. <https://450alliance.org/net1-sweden-plans-m2m-expansion-beating-telia-450-mhz-licence-auction/>

¹¹⁵ <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264302259-4-en.pdf?expires=1576169809&id=id&accname=guest&checksum=46B71005A7B8BCAA37264D4ED99D24B6>

¹¹⁶ EU (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Sweden, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>

Landesweit sind bei diesen Kooperationen vor allem 3 Joint Ventures zu nennen: SUNAB mit einem nationalen 3G-Netz, 3GIS mit einem 3G-Netz außerhalb der Großstädte sowie Net4Mobility mit einem nationalen 2G/4G-Netz. Die Gemeinschaftsunternehmen haben allesamt nur jeweils sieben bis 12 Mitarbeiter.¹¹⁷

Abbildung 3-5: Vereinbarungen über Network-Sharing in Schweden



Quelle: Mölleryd (2019).

Nachdem Telia bei der Vergabe des 3G-Spektrums nicht berücksichtigt wurde, fusionierte das Unternehmen mit Sonera und gründete im Jahr 2002 TeliaSonera. Im Jahr 2001 schloss Telia auch ein Joint Venture mit Tele2 (Sunab), das es Tele2 ermöglichte, die Vorteile der Netzkapazitäten von Telia für die Bereitstellung von 3G zu nutzen, während TeliaSonera 3G-Dienste ohne Frequenzlizenz anbieten konnte. Im Rahmen dieser Vereinbarung wurden das Zugangsnetz einschließlich Spektrum und Backhaul zusätzlich zu den passiven Infrastrukturen gemeinsam genutzt, aber die Betreiber unterhielten ihre eigenen Kernnetze.¹¹⁸

Etwa zur gleichen Zeit wurde 2001 3G Infrastructure Services AB (3GIS) als ein unabhängiges Joint Venture zunächst zwischen Telenor Schweden und 3 (Hi3G Access). Das Gemeinschaftsunternehmen wurde gegründet, um damals die 3G-Abdeckung gemäß den schwedischen Lizenzbestimmungen bereitzustellen. Zu den gemeinsamen Komponenten gehörten passive Infrastrukturen wie Masten und Standorte sowie aktive Elemente wie Backhaul. Einige Spektren wurden ebenfalls geteilt;¹¹⁹ durch ein koordiniertes Vorgehen konnte schon bis 2003 eine 3G-Abdeckung von 70 % der schwedischen Bevölkerung erzielt werden.¹²⁰

¹¹⁷ Vgl. Mölleryd, B. (2019): Network sharing – from 3G to 5G with a Swedish view, presentation prepared for WIK conference in Brussels, October 15-16, 2019.

¹¹⁸ <https://www.commsupdate.com/articles/2018/05/14/tele2-and-telia-announce-swedish-3g-switch-off-plans/>

¹¹⁹ <http://www.3gis.net/English>

¹²⁰ <https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2003/10/23/3gis-accelerates-network-rollout/>

Im Rahmen des 4G-Ausbaus haben Tele2 und Telenor 2011 das Joint Venture "Net4mobility" gegründet. Im Rahmen dieses Gemeinschaftsunternehmens erwarben die beiden konkurrierenden Betreiber Spektrum im 4G-Bereich und brachten dies in das gemeinsame Unternehmen ein. Das Joint Venture umfasste somit sowohl die 2G- als auch die 4G-Technologie, nicht aber die 3G-Technologie, die Gegenstand der vorherigen Vereinbarung zwischen Tele2 und Telia war. Das Gemeinschaftsunternehmen nutzte in erheblichem Umfang kommunale Wholesale-only-Netze, um den Backhaul-Bereich anzuschließen; hierdurch gelang es, den Ausbau von 4G zu beschleunigen.¹²¹ Bereits 2013 konnten 99 % der Bevölkerung mit einem LTE-Netz abgedeckt werden (die geografische Abdeckung lag aber aufgrund der wenig besiedelten Gebiete im Norden Schwedens deutlich niedriger).¹²²

Der Ausstieg aus 2G und 3G wird in Schweden ein marktbasierter Prozess sein. So gaben etwa Tele2 und Telia bekannt, dass ihr 3G-Infrastruktur-Joint-Venture SUNAB seine 3G-Dienste bis 2025 vollständig abschalten will. Die Endkunden werden von 3G- zu 4G-Netzen migriert. PTS erwartet ein langsames Auslaufen von 2G als von 3G, da viele M2M/IoT-Verbindungen über 2G realisiert werden.¹²³

Telia und Ericsson haben im Dezember 2018 ein 5G Netz am KTH Royal Institute of Technology in Stockholm gestartet. Kommerzielle Angebote mit 5G sind für 2020 geplant. Bis Ende 2018 wurde das Spektrum im 700 MHz-Band zugewiesen, das bis 2020 für die Nutzung für 5G verfügbar sein soll. In Schweden wurden 14 Testlizenzen an 9 verschiedenen Standorten für das Spektrum in den 5G-Pionierbändern 3,4-3,8 GHz und 24,25-27,5 GHz sowie in 2,3 GHz vergeben.¹²⁴ Es wird erwartet, dass die ununterbrochene drahtlose 5G-Breitbandversorgung in allen städtischen Gebieten Schwedens durch den kommerziellen Rollout vor allem im 3,4-3,8-GHz-Band erfüllt wird, das 2020 versteigert wird. Im Mai 2018 veröffentlichte PTS eine Vorstudie zur Frequenznutzung für 5G im 24,25-27,5 GHz-Band, die auf einer Bewertung der nationalen Situation sowie der Nachfrage und des Bedarfs an Frequenzen für 5G in Schweden basierte.

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

122 <https://tefficient.com/european-4g-mission-accomplished/>

123 <https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2018/05/14/tele2-and-telia-announce-swedish-3g-switch-off-plans/>

124 Das noch zuzuweisende Spektrum liegt hauptsächlich im 1,5-GHz-Band, im 3,4-3,8-GHz- und im 26-GHz-Band.

3.6 Schweiz

Tabelle 3-6: Länderschnappschuss Schweiz

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> Führendes Land im DESI Index der Kommission Starke Position des Incumbent Swisscom im Festnetz- und Mobilfunkmarkt Kooperationen beim Glasfaserausbau zwischen EVUs und Incumbent Swisscom (4 Faser Modell) 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	8.516.543
BIP pro Kopf	\$82.797
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	73,8 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	84 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	30 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	119,33 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	95 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	29 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	18 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	3
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	99 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	90 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	35,20 Mbit/s
Nachfrageseitige Faktoren Mobilfunk	
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	94,60
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	6,09 GB

Festnetz

Die Schweiz verfügt sowohl unter den OECD-Ländern als auch im Vergleich mit den Mitgliedsstaaten der EU über eine sehr gute Versorgung und Netzabdeckung mit leistungsfähigen Festnetzanschlüssen. Bereits heute besteht für NGA-Geschwindigkeit eine Verfügbarkeit von 98,5 % der Haushalte. Bemerkenswert ist auch die hohe Verfügbarkeit im ländlichen Bereich (93,2 %). Die Glasfaserabdeckung lag 2017 bei knapp 30% der Haushalte, 84,3 % der Haushalte haben Zugang zu einem Kabelanschluss.

Die meisten FTTB/H-Netze sind im Rahmen von Kooperationsmodellen zwischen Swisscom und Elektrizitätswerken/Stadtwerken aufgebaut worden, vor allem in den großen Städten wie Zürich, Bern, Basel, Genf, Luzern, St. Gallen und Fribourg. Swisscom ist vor ca. 10 Jahren in den FTTB/H-Netzausbau im 4-Faser-Kooperationsmodell eingestiegen, weil städtische Elektrizitätsversorgungsunternehmen mit dem Aufbau von Wholesale-only-Infrastrukturen begonnen hatten (und damit zu Konkurrenten auf dem Wholesale-Markt geworden sind). Treiber für den Glasfaserausbau der Stadtwerke in der Schweiz war die Überlegung der Kommunal- und Kantonalverwaltungen, die Wettbewerbsfähigkeit der Städte zu stärken. Zudem standen den Stadtwerken genügend finanzielle Ressourcen zur Verfügung, und es konnten vorhandene Leerrohre, Trassen und Leitungen genutzt werden.¹²⁵

Um einen unkoordinierten Ausbau neuer Netze zu vermeiden, haben die Kommunikationskommission (ComCom) und das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) die Initiative ergriffen und 2008 einen runden Tisch zur Verlegung von Glasfaser in der Schweiz eingerichtet, um alle Akteure der Branche (Telekomfirmen, Elektrizitätswerke, Kabelnetzbetreiber und Hauseigentümer) an einen Tisch zu bringen und die Rahmenbedingungen zu definieren, die eine koordinierte Weiterentwicklung des Glasfasernetzwerks ermöglichen sollen.¹²⁶ Das Kooperationsmodell in der Schweiz wurde an diesem runden Tisch auf kommerzieller Basis verhandelt und sah vor, dass Glasfaser im Multifaseransatz mit vier Fasern pro Haushalt ausgebaut wurde. In diesem Modell haben beide Kooperationspartner jeweils unabhängigen infrastrukturellen Zugang zu allen Anschlüssen des jeweiligen FTTB/H-Netzes und damit zu allen potenziellen Kunden.

Darüber hinaus investieren einzelne Gemeinden im Alleingang in FTTB/H. Auch Swisscom investiert an vielen Orten alleine in die Modernisierung des Festnetzes. Auch die Kabelnetzbetreiber bauen ebenfalls Glasfaser aus und investieren in die Aufrüstung ihrer Infrastrukturen mit DOCSIS 3.0 und DOCSIS 3.1-Technologie. SFN, ein Netzwerk von zahlreichen Energieversorgern, die lokale Glasfasernetze erbaut haben, bietet Diensteanbietern ohne eigenes Anschlussnetz (z.B. Init7, 1tv, iWay.ch, GGA Maur, Salt, Sunrise, VTX) die Möglichkeit an, über eine gemeinsame Plattform schweizweit einheitliche FTTB/H-Produkte zum Wiederverkauf zu beziehen.¹²⁷

125 Bertelsmann Stiftung, Beckert, B. (2017): Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa, Was kann Deutschland vom Ausland lernen?, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Smart_Country/Breitband_2017_final.pdf

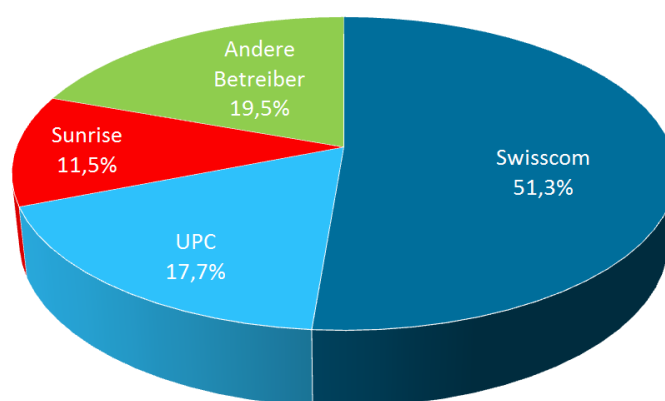
126 <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/telekommunikation/technologie/verlegung-der-glasfaser-in-der-schweiz.html#-918719892> sowie <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/das-bakom/medieninformationen/medienmitteilungen.msg-id-29395.html>

127 ComCom (2019): Tätigkeitsbericht 2018 der Eidg. Kommunikationskommission, elektronisch verfügbar unter: <https://www.comcom.admin.ch/comcom/de/home/dokumentation/jahresbericht.html>

Die Nachfrage nach hohen Bandbreiten ist in der Schweiz in den letzten Jahren stark gestiegen. Ende 2017 hatten 37,9 % der Breitbandkunden einen Anschluss mit Übertragungsraten zwischen 30 Mbit/s und 100 Mbit/s und 45,6 % der Kunden fragten Anschlüsse mit mehr als 100 Mbit/s Übertragungsraten nach.¹²⁸

Der Wettbewerb auf dem Schweizer Breitbandmarkt ist vergleichsweise wenig intensiv. Der Marktanteil von Swisscom lag 2018 bei 51,3 %. Der zweitgrößte Anbieter UPC hatte einen Marktanteil von 17,7 % während Sunrise 11,5 % der Internetanschlüsse bereitstellte.¹²⁹

Abbildung 3-6: Marktanteile bei Festnetz-Breitbandanschlüssen in der Schweiz, 2018



Quelle: WIK.

Die Netzzugangsregulierung ist in der Schweiz auf Kupfer-Anschlüsse beschränkt. Die ComCom hatte im Rahmen einer Gesetzesrevision die Forderung nach einer technologie-neutralen Regulierung unterstützt. Der Vorschlag, die Zugangsregulierung auf Glasfasertechnologie auszudehnen, wurde jedoch vom Parlament abgelehnt. Die ComCom weist in ihrem Tätigkeitsbericht darauf hin, dass sie bereit ist, die Marktteilnehmer dabei zu unterstützen, einvernehmliche Lösungen (auf kommerzieller Basis) zu finden.¹³⁰

¹²⁸ Sammlung statistischer Daten des BAKOM, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/telekommunikation/zahlen-und-fakten/sammlung-statistischer-daten.html>

¹²⁹ ComCom (2019): Tätigkeitsbericht 2018 der Eidg. Kommunikationskommission, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.comcom.admin.ch/comcom/de/home/dokumentation/jahresbericht.html>

¹³⁰ ComCom (2019): Tätigkeitsbericht 2018 der Eidg. Kommunikationskommission, elektronisch verfügbar unter:

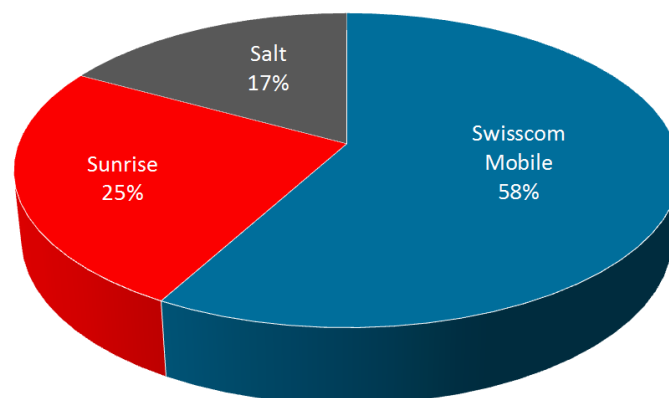
<https://www.comcom.admin.ch/comcom/de/home/dokumentation/jahresbericht.html>

Mobilfunk

In der Schweiz lag die Mobilfunkpenetration Ende 2018 bei 132 %. Dabei findet bei den Mobilfunkkunden eine Verschiebung der Nachfrage von prepaid zu postpaid Angeboten statt. Die Abdeckung mit LTE ist mit 90 % fast flächendeckend und erreicht nahezu 100 % der Bevölkerung. Dies ist insbesondere bemerkenswert, da in der Schweiz in der Bevölkerung große Bedenken über mögliche gesundheitliche Risiken im Zusammenhang mit Mobilfunkstrahlung bestehen, was den Ausbau neuer Standorte erschwert. Die Mobilfunknetzbetreiber bauen derzeit LTE-Advanced aus.¹³¹

Der Marktanteil von Swisscom Mobile liegt seit 2010 stabil bei knapp 60 % gefolgt von Sunrise mit 25 % und Salt 17 % in 2018. Der Marktanteil der Kabelnetzbetreiber, die als Diensteanbieter ebenfalls Mobilfunkprodukte vermarkten, lag 2018 bei knapp über 1,5 %.¹³²

Abbildung 3-7: Marktanteile im Schweizer Mobilfunkmarkt, 2018



Quelle: WIK.

Die ComCom hat im Februar 2019 neue Frequenzen für 5G vergeben. Die Einführung von 5G wird jedoch aufgrund der Mobilfunkstrahlung kontrovers diskutiert. Die Parlamente in den Kantonen Genf und Waadt haben ihre Regierungen im April 2019 dazu aufgefordert, ein Moratorium für die Installation von 5G-Antennen auf Kantonsgebiet zu erlassen beziehungsweise zu prüfen.

¹³¹ ComCom (2019): Tätigkeitsbericht 2018 der Eidg. Kommunikationskommission, elektronisch verfügbar unter: <https://www.comcom.admin.ch/comcom/de/home/dokumentation/jahresbericht.html>

¹³² ComCom (2019): Tätigkeitsbericht 2018 der Eidg. Kommunikationskommission, elektronisch verfügbar unter: <https://www.comcom.admin.ch/comcom/de/home/dokumentation/jahresbericht.html>

3.7 Spanien

Tabelle 3-7: Länderschnappschuss Spanien

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Dynamik beim Ausbau von FTTB/H • Niedrige Ausbaukosten für Glasfaser (u.a. durch Duct and Poles Access, oberirdische Verlegung sowie symmetrische Regulierung der gebäudeinternen Infrastruktur) • Große Zahl marktgetriebener Kooperationen beim Breitbandausbau • Aktiver Rückbau der Kupferinfrastruktur und Migration der Kunden auf FTTB/H 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	46.723.749
BIP pro Kopf	\$30.371
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	80,3 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	96 %
HFC-Verfügbarkeit	49 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	77 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	106,20 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	77 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	12 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	44 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	4
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	100 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	87 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	24,80 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	98,40
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	2,83 GB

Festnetz

Die augenfälligste Besonderheit des spanischen Breitbandmarktes ist die sehr hohe Abdeckung mit FTTB/H-Anschlüssen. Mitte 2018 umfassten diese 77,4 % der Haushalte, was EU-weit dem zweithöchsten Wert hinter Lettland entspricht. Bemerkenswert sind die Ausbaugeschwindigkeit sowie das Delta bei der FTTB/H-Verfügbarkeit zwischen städtischen und ländlichen Gebieten.

Von 2012 bis 2018 stieg der Technologiemarktanteil von FTTB/H in Spanien von 3 % auf 57,5 % der Haushalte.¹³³ Dieses Wachstum fand größtenteils zu Lasten von xDSL, seit 2016 aber auch zu Lasten von Kabelnetzbetreibern statt.

Spanien ist eines der wenigen Länder, in denen das Kupfernetz aktiv zurückgebaut wird. 2018 hat Telefónica angekündigt bis 2020 eine Kupfer-Vermittlungsstelle pro Tag abzuschalten. Bis Ende 2018 wurden 1,6 % der Hauptverteiler abgeschaltet. Die Kunden werden auf FTTB/H migriert, der Zugang für andere Diensteanbieter erfolgt über Bitstrom- und/oder VULA-Produkte. Von der Abschaltung der Kupfernetze verspricht sich der Incumbent insbesondere Ersparnisse bei den Energiekosten und den genutzten Flächen.¹³⁴

Im ländlichen Raum¹³⁵ gibt es eine FTTB/H-Abdeckung von 32,6 %. Dieser Wert liegt zwar deutlich über dem EU-Schnitt (14,1 %), das Gap zwischen städtischen und ländlichen Gebieten ist jedoch größer als in Ländern wie Dänemark, Portugal oder Litauen, die über vergleichbare FTTB/H-Abdeckungen verfügen.

Wesentliche Treiber hinter dem großflächigen Glasfaserausbau in Spanien und insbesondere den spanischen Städten sind die vergleichsweise geringen Ausbaukosten. Diese sind auf weit verbreitete Leerrohrinfrastrukturen und oberirdische Verlegung zurückzuführen. Diese haben in Verbindung mit einer symmetrischen Regulierung der gebäudeinternen Infrastruktur und dem Verzicht der CMT, den marktbeherrschenden Anbieter Telefónica in einer frühen Marktphase die Zurverfügungstellung von Vorleistungsprodukten mit Bandbreiten größer 30 Mbit/s aufzuerlegen, freiwillige Co-Invest-Modelle unter den großen Anbietern befördert.¹³⁶

Die größte derartige Vereinbarung wurde im März 2013 zwischen Vodafone und Orange als „swap“-Deal geschlossen. Die Anbieter vereinbarten jeweils 1,5 Millionen Gebäude ohne Überlappungen mit FTTB/H zu erschließen und dem jeweils anderen Anbieter Zugang zu gewähren. Spätere Akquisitionen (ONO durch Vodafone, Jazztel durch Orange) wurden im Nachhinein in das Geschäft mit einbezogen. Vergleichbare Vereinbarungen gab es darüber hinaus zwischen Telefónica und Jazztel und zwischen Orange und MásMóvil.¹³⁷

133 OECD Broadband Portal (2019): Elektronisch verfügbar unter <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>

134 Vgl. Tenbrock, S.; Knips, J.; Wernick, C. (2020): Status quo der Abschaltung der Kupfernetze in der EU, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 459, Bad Honnef, März 2020.

135 Ländlicher Raum (Rural areas) ist im DESI definiert als Gebiete mit Bevölkerungsdichten unter 100 Einwohnern pro km², siehe: https://digital-agenda-data.eu/datasets/digital_agenda_scoreboard_key_indicators/indicators

136 Vgl. Tenbrock, S.; Strube Martins, S.; Wernick, C.; Queder, F.; Henseler-Unger, I. (2018): Co-Invest Modelle zum Aufbau von neuen FTTB/H-Netzinfrastrukturen.

137 Vgl. Tenbrock, S.; Strube Martins, S.; Wernick, C.; Queder, F.; Henseler-Unger, I. (2018): Co-Invest Modelle zum Aufbau von neuen FTTB/H-Netzinfrastrukturen.

Als Förderprogramm für die Expansion des Glasfaser-Netzwerks in Spanien steht das Programm für die Erweiterung von Next-Generation Breitband-Netzwerken (PEBA-NGA¹³⁸) zur Verfügung. 2018 wurde angekündigt auf Basis des Programms von 2018 bis 2021 95 % der Bevölkerung mit Internetgeschwindigkeiten von 300 Mbit/s zu versorgen. Das Budget dieses Programms umfasst 525 Millionen Euro.¹³⁹ Bis Anfang 2020 müssen außerdem mindestens 90 % der Bevölkerung in Siedlungen mit weniger als 5.000 Einwohnern im Rahmen von Auflagen der Frequenzauktion des 800 MHz-Bandes mit Bandbreiten von mindestens 30 Mbit/s angebunden werden. Diese Verpflichtung betrifft die drei Betreiber des Mobilfunknetzes in diesem Band (Telefónica, Orange und Vodafone) und ist nicht an eine bestimmte Technologie gebunden.¹⁴⁰

Der aggregierte Marktanteil der drei großen konvergenten Anbieter (Telefónica, Orange und Vodafone) liegt im Breitbandmarkt bei 88,6 %. Dieser ist zuletzt eher gesunken, insbesondere, da mit MásMóvil ein neuer Anbieter, der vorher nur im Mobilfunk tätig war, auch in den Festnetz-Bereich eingestiegen ist. MásMóvil hat Anfang 2018 den nur in Nordspanien tätigen Anbieter Euskaltel übernommen und ist damit nun der viertgrößte Festnetzanbieter.

Mobilfunk

Die durchschnittliche 4G-Abdeckung der MNOs liegt auf Haushaltsebene bei 94 % und damit im EU-Schnitt.¹⁴¹ Bei den LTE-Geschwindigkeiten und der Datennutzung befindet sich Spanien nicht unter den führenden Ländern.

Der größte Anbieter im Mobilfunkmarkt, Movistar, ein Tochterunternehmen von Telefónica, hatte Ende 2018 einen Marktanteil von 30,1 %, Orange lag bei 25,8 % und Vodafone bei 23,6 %. Der kleinste Anbieter mit eigenem Netz ist MásMóvil mit 12,6 % Marktanteil. Die restlichen 7,9 % der Mobilfunkkunden werden von MVNOs bedient.¹⁴²

138 Spanisch: Programa de Extensión de la Banda Ancha de Nueva Generación

139 Vgl. Ministry of Industry, Trade and Tourism (2018): Digital Agenda publishes the first call the Plan 300x100. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.mincotur.gob.es/en-us/GabinetePrensa/NotasPrensa/2018/Paginas/agendadigitalpublicalaprimeraconvocatoriadelplan300x100.aspx>

140 Vgl. Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e igualdad (2018): Orden ECE/1166/2018, de 29 de octubre, por la que se aprueba el Plan para proporcionar cobertura que permita el acceso a servicios de banda ancha a velocidad de 30 Mbps o superior, a ejecutar por los operadores titulares de concesiones demaniales en la banda de 800 Mhz. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-15341

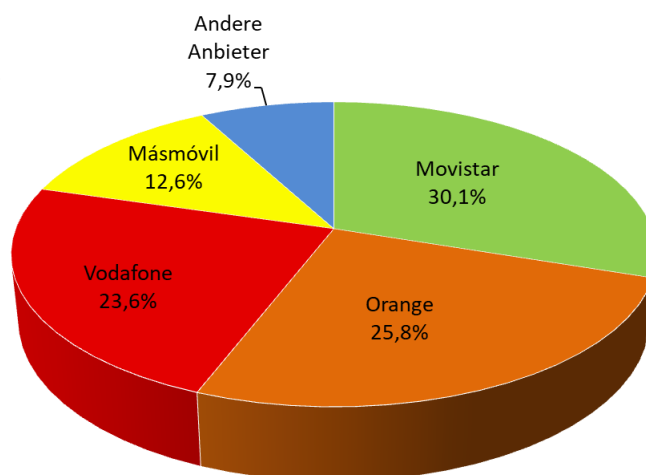
141 Vgl. DESI (2019): Connectivity. Elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connectivity>

142 Vgl. Statista (2019): Mobile telephony market share in Spain as of December 2018, by telecommunications provider. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.statista.com/statistics/745319/mobile-phone-provider-market-share-in-spain/>

Abbildung 3-8: Marktanteile im spanischen Mobilfunkmarkt, 2018



Quelle: WIK.

Nachdem sich zwischen 2014 und 2016 das Umsatzwachstum im Gesamtmarkt deutlich verlangsamt hatte, wurden zwischen 2016 und 2018 wieder zweistellige Wachstumsraten erzielt (10,2 % bzw. 12,7 %).¹⁴³

Auf dem spanischen Mobilfunkmarkt wird Infrastruktursharing praktiziert. Das größte Abkommen zum Teilen von Infrastruktur im Mobilfunk wurde zwischen Orange und Vodafone geschlossen, dem zweit- und drittgrößten Anbieter. Seit 2006 gibt es ein aktives Infrastruktur-Sharing der beiden Anbieter. Dieses wird technisch über Roaming realisiert und findet in Kommunen mit bis zu 175.000 Einwohnern statt.¹⁴⁴ Eine positive Auswirkung dieses Abkommens auf die Netzabdeckung ist wahrscheinlich. Vodafone und Orange sind auch die beiden Netzbetreiber, die in Relation zu ihrem Umsatz am meisten in ihr Mobilfunknetz investieren, was sich auch in Qualitätsmessungen niederschlägt.¹⁴⁵

Wie in anderen Ländern wird auch in Spanien allmählich Spektrum von der Nutzung für 2G und vor allem 3G auf 4G/LTE umgewidmet. Dies betrifft insbesondere das 900 MHz-, das 1,8 GHz- und das 2,1 GHz-Frequenzband.

¹⁴³ Vgl. CNMC (2018): Informe anual 2018. Elektronisch verfügbar unter:

http://data.cnmc.es/datagraph/jsp/inf_anual.jsp (Statistik 4.2 a) Por tipo de contrato)

¹⁴⁴ Vgl. BEREC (2018), Report on infrastructure sharing BoR (18)116, sowie Orange (2019): Orange and Vodafone strengthen their mobile and fixed network sharing agreements in Spain.

Elektronisch verfügbar unter: <https://www.orange.com/en/Press-Room/press-releases/press-releases-2019/Orange-and-Vodafone-strengthen-their-mobile-and-fixed-network-sharing-agreements-in-Spain>

¹⁴⁵ Qualitativ bewertet der Netztest der Beratungsfirma P3 das Netz von Vodafone am besten (Ende 2018 zum vierten Mal in Folge bei jährlichem Test), vor Orange, Movistar und Yoigo. Vgl. P3 (2018) – The P3 Mobile Network Test in Spain. Elektronisch verfügbar unter:

<http://p3-networkanalytics.com/portfolio-item/spain-3/>

Die Frequenzauktion für das für 5G verwendete Spektrum im Bereich 3,6 bis 3,8 GHz fand im Juli 2018 statt und hat vier Tage gedauert. Die relativ kurze Dauer der Frequenzauktion ergab sich unter anderem aus dem mit 200 MHz eher geringen Umfang des versteigerten Spektrums und der schon feststehenden Struktur des benachbarten, ebenfalls für 5G relevanten Frequenzbereiches zwischen 3,4 und 3,6 GHz. In letzterem verfügt der kleinste Netzbetreiber MásMóvil durch Akquisitionen kleinerer Anbieter¹⁴⁶ bereits über 80 MHz und Telefónica und Orange über jeweils 40 MHz. Insofern musste Vodafone relativ viel Spektrum im Frequenzbereich 3,6 bis 3,8 GHz erlangen, um mit den Konkurrenten gleichzuziehen, während die Nachfrage der anderen Anbieter entsprechend kleiner war.¹⁴⁷ Vodafone ersteigerte 90 MHz, Orange 60 MHz und Telefónica 50 MHz, der Anbieter MásMóvil beteiligte sich zwar an der Auktion, ersteigerte aber kein Spektrum in diesem Frequenzbereich. Der Gesamterlös der Auktion betrug 438 Millionen Euro. Anfang 2020 ist eine Auktion für das 700 MHz-Frequenzband geplant.

5G wurde in Spanien bereits früh intensiv getestet. Mit 25 5G-Tests liegt das Land in Europa auf Platz 1.¹⁴⁸ Mit 5G-MOBIX gibt es seit 2018 auch ein grenzübergreifendes 5G-Projekt von Spanien und Portugal. Dies ist insbesondere zukunftsrelevant, da das Thema 5G vor allem im Hintergrund von IoT/M2M-Diensten von Interesse ist, wo Spanien aktuell mit 12,9 M2M-SIM-Karten pro 100 Einwohner eine relativ niedrige Durchdringung aufweist (der OECD-Schnitt beläuft sich auf 20,1 Karten pro 100 Einwohner)¹⁴⁹.

Am 15.06.19 startete Vodafone als erster Anbieter in Spanien mit der 5G-Vermarktung.¹⁵⁰ Zum Start können Nutzer mit unlimitierten Datenplänen 5G in 15 Städten ohne Aufpreis nutzen, vorausgesetzt sie besitzen ein entsprechendes Endgerät. Die Abdeckung beträgt in den jeweiligen Städten etwa 50 % des Stadtgebiets. Als Frequenz wird Spektrum im 3,7 GHz-Bereich genutzt.

¹⁴⁶ Die beiden Anbieter mit Spektrum, die MásMóvil gekauft hat waren ein Satellitenbetreiber und ein reiner B2B-Betreiber.

¹⁴⁷ Vgl. 5G Observatory (2019): 3.6-3.8 GHz Spanish 5G spectrum auction raised 438 million EUR. Elektronisch verfügbar unter: <https://5gobservatory.eu/status-of-the-lte-ecosystem/>

¹⁴⁸ Vgl. 5G Observatory – Quarterly Report (2019). Elektronisch verfügbar unter: <http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/07/80082-5G-Observatory-Quarterly-report-4-min.pdf>

¹⁴⁹ Vgl. OECD Broadband statistics - Machine to machine subscriptions

¹⁵⁰ Vgl. 5G Observatory (2019): Vodafone Spain launched 5G in 15 cities. Elektronisch verfügbar unter: <https://5gobservatory.eu/vodafone-spain-launched-5g-in-15-cities/>

3.8 Vereinigtes Königreich

Tabelle 3-8: Länderschnappschuss Vereinigtes Königreich

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr niedrige FTTB/H-Verfügbarkeit als Folge einer FTTC-Ausbaustrategie des Incumbents und geringen Investitionen der Wettbewerber • Einsatz von Vouchern als nachfrageseitige Maßnahme im Rahmen des geförderten Ausbaus • Änderung der Regulierungsstrategie: Fokus auf Zugang zu Leerrohrinfrastrukturen und Masten • Intensives Infrastruktur-Sharing im Mobilfunk 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	66.488.991
BIP pro Kopf	\$42.944
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	83,4 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	50 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	4 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	61,92 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	93 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	18 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	2 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	4
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	100 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	85 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	21,70 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	99,50
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	3,36 GB

Festnetz

Das Vereinigte Königreich weist eine hohe Verfügbarkeit von NGA-Anschlüssen mit 95 % der Haushalte auf. Die Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen, die Bandbreiten von mehr als 100 Mbit/s Downloadgeschwindigkeit ermöglichen, ist mit 52,5 % der Haushalte jedoch vergleichsweise niedrig. Dies liegt hauptsächlich am geringen Anteil von FTTB/H-Anschlüssen.

Mit 3,8 % FTTB/H-Abdeckung liegt das Vereinigte Königreich EU-weit auf dem viertletzten Platz. Eine Besonderheit ist, dass UK das einzige Land in Europa ist, das eine höhere Glasfaserabdeckung im ländlichen Raum (5,9 %) als im landesweiten Durchschnitt aufweist.¹⁵¹ Die mit Abstand am meisten genutzte Zugangstechnologie für Breitband ist xDSL.

Jeremy Wright, der britische Minister für Digitales, Kultur, Medien und Sport, verkündete im Juli 2018 das Ziel, bis 2025 15 Millionen Gebäude an FTTB/H-Netzinfrastrukturen anzuschließen und bis 2033 eine Komplettabdeckung mit Glasfaser zu erreichen.¹⁵² Der Ende Juli 2019 gewählte Premierminister Boris Johnson hält diese Pläne für wenig ambitioniert und möchte die Komplettabdeckung mit Glasfaser bereits 2025 erreichen.¹⁵³ Später wurde dieser Plan durch Regierungsvertreter insofern konkretisiert, dass es um gigabitfähige Infrastrukturen gehe, also etwa auch das Kabelnetz von Virgin Media.¹⁵⁴

Schätzungen zufolge würde ein flächendeckendes FTTB/H-Netz 33,4 Milliarden britische Pfund kosten. Es wird davon ausgegangen, dass etwa 10 % der Haushalte nicht eigenwirtschaftlich erschlossen werden können.¹⁵⁵

In UK gibt es von staatlicher Seite eine Vielzahl von kleineren bis mittelgroßen Förderprogrammen für den Glasfaserausbau. Das größte Förderprogramm, das „local full fibre networks programme“ hat ein Volumen von 290 Millionen Pfund und läuft von 2017 bis 2021. Damit werden unter anderem öffentliche Gebäude an Glasfasernetze angeschlossen.¹⁵⁶

Teil dieses Programms sind auch 67 Millionen Pfund, die für sogenannte „Gigabit Voucher“ ausgelobt sind. In dieser Form der Nachfrageförderung können Breitbandanbieter im Namen von Kunden in einem unterversorgten Gebiet Gutscheine (Voucher) „einsammeln“, dann das Gebiet mit Glasfaser ausbauen und bekommen nach Ausbau einen Teil der Bau/Installationskosten durch den Staat erstattet. Pro Haushalt¹⁵⁷

¹⁵¹ Vgl. European Commission (2019): Study on Broadband Coverage in Europe 2018. Elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2018>

¹⁵² Vgl. Department for Digital, Culture, Media & Sport (2018): Future Telecommunications Infrastructure Review, S. 1. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.gov.uk/government/publications/future-telecoms-infrastructure-review>

¹⁵³ Vgl. Kobie, N. (2019): Boris Johnson's bold full-fibre broadband plan is doomed to fail, in: Wired.com, 29.07.19., elektronisch verfügbar unter:

<https://www.wired.co.uk/article/boris-johnson-full-fibre-broadband-uk-2025>

¹⁵⁴ Vgl. Warrington, J. (2019): Boris Johnson set to unveil £5bn full-fibre broadband boost, in: City A.M., 29.09.19, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.cityam.com/boris-johnson-set-to-unveil-5bn-full-fibre-broadband-boost/>

¹⁵⁵ Vgl. Hutton, G. (2019): Full Fibre Networks in the UK, House of Commons Briefing Paper CBP 8392, S. 8-9; S. 28-29.

¹⁵⁶ Vgl. Department for Digital, Culture, Media & Sport (2018): Local Full Fibre Networks Programme. Elektronisch verfügbar unter:

<http://www.ukfcf.org.uk/uploads/june2018/justin-leese-local-full-fibre-networks.pdf>

¹⁵⁷ Außerhalb des ländlichen Raumes können Haushalte diese Förderung nur bekommen, wenn ein benachbartes Unternehmen als Ankerkunde ebenfalls einen Voucher bezieht.

werden £500 erstattet und pro (Klein-)Unternehmen bis zu £2.500.¹⁵⁸ Voraussetzung ist, dass aktuell kein gigabitfähiges Netz zur Verfügung steht und die Kunden einen neuen Anschluss buchen, der mindestens 100 Mbit/s Bandbreite bietet und zu einem späteren Zeitpunkt auf Gigabitbandbreite aufgerüstet werden kann. Da die Voucher als Bestandteil des deutlich umfangreicheren „umbrella support scheme for broadband investment 'BDUK'“ eingesetzt wurden, fand keine Notifizierung des Voucher-Programms bei der EU-Kommission statt.

In ländlichen Gegenden mit weniger als 30 Mbit/s verfügbarer Bandbreite wurden im Rahmen des Rural Gigabit Connectivity Programmes £200 Millionen zusätzlich zur Verfügung gestellt, um bis zu £1.500 pro Haushalt und £3.500 pro Unternehmen als Voucher zu vergeben.¹⁵⁹ Für ländliche Gegenden in Wales gibt es ein lokales Zusatzprogramm, das die Beträge ebenfalls erhöhen kann.¹⁶⁰

In Anbetracht des Rückstands beim Ausbau von FTTB/H versucht Ofcom durch Anpassungen im Regulierungsregime Investitionen in Glasfaserinfrastruktur zu incentivieren. Konkret verschiebt sich der Fokus auf der regulatorischer Ebene hin zur Auferlegung von Zugangsverpflichtungen zu bestehenden Leerrohrinfrastrukturen und Masten. An Übergabepunkten, an denen keine Wettbewerber präsent sind, soll Openreach Wettbewerbern physischen Zugang zu unbeschalteten Glasfasern (dark fibre) zu kostenorientierten Preisen zur Verfügung stellen. Dadurch soll der Wettbewerb stimuliert und Anreize für Investitionen der Wettbewerber geschaffen werden. Ein entsprechender Entscheidungsentwurf wurde Ende Mai 2019 von Ofcom veröffentlicht.¹⁶¹

Die drei größten ISP in UK sind BT, Sky und Virgin Media. BT (inkl. EE) hatte 2018 einen Marktanteil an Breitbandanschlüssen von 33,6 %, der Marktanteil von Sky lag bei 22,5 %, der von Virgin Media bei 19,8 %. Der einzige weitere nennenswerte Konkurrent TalkTalk hatte 11,3 % Marktanteil; weitere Anbieter wie Vodafone bewegten sich jeweils höchstens im niedrigen einstelligen Bereich.¹⁶²

158 Vgl. Department for Digital, Culture, Media & Sport (2019): Gigabit Broadband Voucher Scheme – Am I eligible? Elektronisch verfügbar unter:

<https://gigabitvoucher.culture.gov.uk/for-residents/eligibility-for-residents/>

159 Vgl. Department for Digital, Culture, Media & Sport (2019): Rural Gigabit Connectivity Programme. Elektronisch verfügbar unter:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/804304/RGC_Programme_Key_Information.pdf

160 Vgl. Department for Digital, Culture, Media & Sport (2019): Wales – Broadband for Welsh Premises. Elektronisch verfügbar unter: <https://gigabitvoucher.culture.gov.uk/wales/>

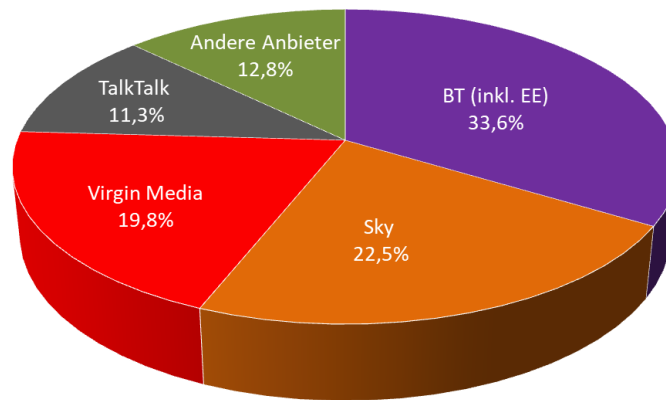
161 Vgl. Ofcom (2019): Further Ofcom rules to support fibre investment. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/media/media-releases/2019/further-ofcom-rules-to-support-fibre-investment>

162 Vgl. Ofcom (2019) The Communications Market Report – Interactive data “Fixed broadband connections by ISP (%)”. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/cmr/interactive-data>

Abbildung 3-9: Marktanteile bei Festnetz-Breitbandanschlüssen in UK, 2018



Quelle: WIK basierend auf Daten von Ofcom.

Stand Mitte 2018 ist das Vereinigte Königreich das Land in der EU, in dem der Incumbent den niedrigsten Endkundenmarktanteil im DSL-Bereich hat, was auf die Wettbewerbsfähigkeit des Marktes verweist. Nur 44 % der DSL-Anschlüsse wurden von BT vertrieben.¹⁶³

Mobilfunk

Die Mobilfunk-Flächenabdeckung im ländlichen Raum ist in UK teilweise lückenhaft, insbesondere in Schottland. Auf 19 % der Fläche Schottlands gibt es keinen Anbieter mit LTE-Empfang. Insgesamt sind zwei Drittel der Landfläche von allen Mobilfunkanbietern mit LTE abgedeckt.¹⁶⁴ Nach Haushalten liegt die durchschnittliche Abdeckung der Anbieter bei 98 %.¹⁶⁵

Die vier Mobilfunknetzbetreiber in UK sind BT (bzw. deren Tochter EE), O₂, Vodafone und Three (3). Die Penetration von mobilem Breitband in UK lag im Juli 2018 bei 99 %. BT hatte 2018 einen Marktanteil von 28 %, O₂ lag bei 26 %, Vodafone hatte 21 % Marktanteil und Three 12 %. Außerdem gibt es in UK eine hohe Anzahl an MVNOs, die ihre Dienste anbieten und zusammen einen Marktanteil von 13 % erreichen. Der größte ist Tesco Mobile mit 6% Marktanteil.¹⁶⁶

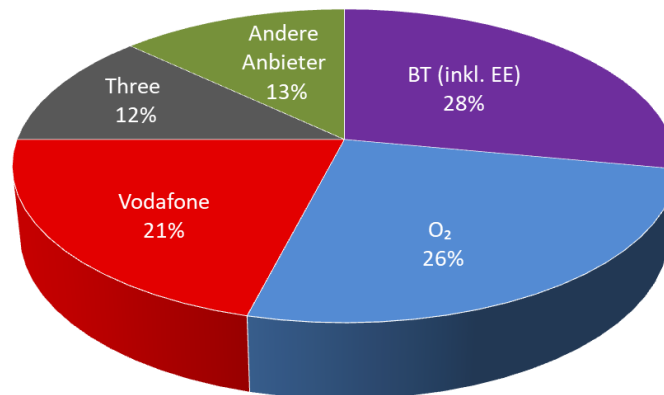
¹⁶³ Vgl. EU Broadband Indicators July 2018 (DSL subscriptions – operator market shares (VDSL included))

¹⁶⁴ Vgl. Ofcom (2019). Connected Nations update: Spring 2019, S. 6. Online verfügbar unter: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/infrastructure-research/connected-nations-update-spring-2019>

¹⁶⁵ Vgl. DESI Index (2019) Telecom Chapters – United Kingdom.

¹⁶⁶ Vgl. Opensignal (2019): United Kingdom – Mobile Network Experience Report April 2019. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/reports/2019/04/uk/mobile-network-experience>, sowie Statista (2019): Market share held by mobile operators in the United Kingdom (UK) 2018, by subscriber. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/375986/market-share-held-by-mobile-phone-operators-united-kingdom-uk/>

Abbildung 3-10: Marktanteile im Mobilfunkmarkt in UK, 2018



Quelle: WIK basierend auf Daten von Ofcom.

Die letzte größere Disruption des Marktes gab es in 2016, als BT das in 2010 entstandene Joint Venture von Deutscher Telekom und France Télécom (Orange), EE, für 12,5 Milliarden Pfund übernahm. Vor der Übernahme war BT nur ein sehr kleiner Akteur im britischen Mobilfunkmarkt.¹⁶⁷

Es gibt in UK eine Reihe von Infrastruktur Sharing Vereinbarungen, insbesondere im Mobilfunkbereich. Die bekannteste ist das Unternehmen CTIL (Cornerstone Telecommunications Infrastructure Ltd), das als Joint Venture von Telefónica UK und Vodafone Mobilfunkmasten baut und verwaltet. Hierbei geht es nur um die gemeinsame Nutzung von Masten, ein lokales/regionales Roaming findet nicht statt.¹⁶⁸ Auch im Bereich 5G wollen diese beiden Anbieter erneut zusammenarbeiten, dann auch mit einer gemeinsamen Nutzung aktiver Komponenten, wie etwa Antennen. Die 23 größten Städte des Landes sind jedoch von der Regelung ausgenommen.¹⁶⁹

Der Grundstein für eben dieses 5G-Netzwerk wurde im April 2018 durch die Frequenzauktion für den Bereich 3,4 bis 3,6 GHz gelegt.¹⁷⁰ Die vier Mobilfunknetzbetreiber zahlten für das Spektrum in diesem Bereich insgesamt 1,15 Milliarden britische Pfund (zum Zeitpunkt der Auktion etwa 1,32 Milliarden Euro).¹⁷¹ Die Auktion von Teilen des

¹⁶⁷ Vgl. BBC (2015): BT to buy mobile firm EE for £12.5bn, in: BBC.com, 05.02.15., elektronisch verfügbar unter: <https://www.bbc.com/news/business-31144009>

¹⁶⁸ Vgl. Warrington, J. (2019): Vodafone and O2 eye sale of phone mast joint venture CTIL to speed up UK's 5G rollout, in: City A.M., 23.01.19., elektronisch verfügbar unter: <https://www.cityam.com/vodafone-and-o2-eye-sale-phone-mast-joint-venture-ctil-amid/>

¹⁶⁹ Vgl. Davies, J. (2019): O2 and Vodafone double down on network sharing deal for 5G, in: telecoms.com., 24.07.19., elektronisch verfügbar unter: <https://telecoms.com/498671/o2-and-vodafone-double-down-on-network-sharing-deal-for-5g/>

¹⁷⁰ Es wurden außerdem noch 40 MHz im 2,3 GHz-Bereich verauktioniert. Diese sicherte sich O₂ für 206 Millionen britische Pfund.

¹⁷¹ Vgl. <https://www.ispreview.co.uk/index.php/2019/10/ofcom-set-revised-5g-mobile-auction-for-700mhz-and-3-6-3-8ghz.html>

700 MHz-Bandes und von Spektrum im Bereich 3,6 bis 3,8 GHz ist Anfang 2020 geplant.¹⁷² Im Frequenzband 3,8 bis 4,2 GHz sollen die Frequenzen nicht an die Netzbetreiber sondern für lokale Nutzungen vergeben werden.¹⁷³

172 Vgl. [Tomás, J. P. \(2019\): UK regulator confirms new 5G spectrum auction in 2020.](#) In: RCR Wireless News, 28.10.19. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.rcrwireless.com/20191028/5g/uk-regulator-confirms-new-5g-spectrum-auction-2020>

173 Vgl. 5G Observatory (2019): Significant shift in UK spectrum policy. Elektronisch verfügbar unter:

<http://5gobservatory.eu/significant-shift-in-uk-spectrum-policy/>

3.9 China

Tabelle 3-9: Länderschnappschuss China¹⁷⁴

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Tempo beim Ausbau von 5G-Sendestandorten und FTTB/H-Anschlüssen • Enge Verschränkung von Staat und Marktteilnehmern 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	1.392.730.000
BIP pro Kopf	\$9.771
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	59,2 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	-
HFC-Verfügbarkeit	-
FTTB/H-Verfügbarkeit	88 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	35,46 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	-
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	-
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	-
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	3
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	-
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	73,80 %*
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	23,58 Mbit/s*
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	109,50
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	7,12 GB

*2016

Festnetz

Die Zahl der Chinesen, die das Internet nutzen, ist in den letzten Jahren stetig gestiegen. Chinesische Quellen kommunizieren für Mitte 2019 435 Mio. festnetzbasierende Breitbandanschlüsse, was einer Penetration von 31,1 % der Bevölkerung entspricht und damit erstmals knapp über dem OECD-Durchschnitt liegt.¹⁷⁵ Die überwältigende Mehrheit der Anschlüsse (91 %) wird über FTTB/H realisiert.¹⁷⁶ Es besteht jedoch ein großes Delta zwischen städtischen und ländlichen Gebieten. Der Glasfaserausbau in

¹⁷⁴ Mit Ausnahme der Crowdsourcing-Daten vgl. China Academy of Information and Communications Technology Broadband Development Alliance (2019): White Paper on China's Broadband Development (2019), October 2019 und CCNIC (2019): Statistical Report on Internet Development in China.

¹⁷⁵ Daten zu China sind in den bekannten (westlichen) Quellen nicht oder nur lückenhaft enthalten. Deswegen beziehen wir uns in diesem Kapitel auf offizielle chinesische Quellen.

¹⁷⁶ Vgl. CCNIC (2019): Statistical Report on Internet Development in China.

China geht in hohem Tempo voran. Allein im Jahr 2015 wurden 2,6 Millionen Kilometer Glasfaser¹⁷⁷ verlegt.¹⁷⁸

Marktführer im Festnetz-Breitband ist seit September 2018 China Mobile, der Konzern hat China Telecom bei der Anzahl der geschalteten Anschlüsse mit knapp 150 Millionen Nutzern überholt. Insbesondere in der jüngeren Vergangenheit war China Mobile sehr aktiv, im September 2018 alleine konnte der Konzern fast fünf Millionen neue Kunden dazugewinnen. China Mobile ist seit 2013 ebenfalls Festnetzanbieter, der Anbieter schließt nach eigenen Angaben 98 % seiner Kunden über Glasfaser ans Netz an.¹⁷⁹ Eine leichte Öffnung des chinesischen Telekommunikationsmarktes ist insofern zu sehen, als dass Anfang 2019 mit BT der erste nicht-chinesische Konzern eine Lizenz für den Vertrieb von Festnetzprodukten erhalten hat.¹⁸⁰

Der Take-Up von hohen Bandbreiten im Festnetz hat sich in den letzten Jahren stark erhöht. Während 2016 nur 16,5 % der Anschlüsse eine Bandbreite von mindestens 100 Mbit/s im Download hatten, waren es Mitte 2019 schon 77,1 %.¹⁸¹ Gleichzeitig sinken die Preise für Festnetzanschlüsse in China. Der monatliche ARPU lag Mitte 2019 bei 35,9 Yuan (umgerechnet 4,59 Euro) und sank in den Jahren davor um durchschnittlich 6,5 % pro Jahr.¹⁸²

Mobilfunk

Die Abdeckung im Mobilfunk in China ist hoch, es gab einen äußerst schnellen Rollout von 4G. Während in 2013 erst 10 % der Haushalte 4G zur Verfügung hatten, waren es 2016 schon 97 %.¹⁸³ Im Netztest von Opensignal, in dem die Zeit gemessen wird, in denen Endnutzer Zugang zu 4G haben, landete China 2016 mit 73,8 % Verfügbarkeit im internationalen Vergleich im oberen Drittel.¹⁸⁴ In neueren Versionen dieses Tests ist China leider nicht enthalten.

¹⁷⁷ Zum Vergleich: Das Glasfasernetz der Telekom in Deutschland war Ende 2017 455.000 Kilometer lang.

¹⁷⁸ Vgl. Custer, C. (2016): China top world in fiber-optic broadband penetration by 2017. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.techinasia.com/china-top-world-fiber-optic-broadband-penetration-2017>

¹⁷⁹ Vgl. Clark, R. (2018): China Mobile Takes Global Broadband Crown. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.lightreading.com/services/broadband-services/china-mobile-takes-global-broadband-crown/d/d-id/747310>

¹⁸⁰ Vgl. China Daily.com (2019): BT becomes first foreign telecoms firm to secure Chinese license. Elektronisch verfügbar unter: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201901/29/WS5c4fbdfca3106c65c34e70b2.html>

¹⁸¹ Vgl. CAICT (2019): White Paper on China's Broadband Development 2019.

¹⁸² Vgl. CAICT (2019): White Paper on China's Broadband Development 2019.

¹⁸³ Vgl. I-DESI (2018): I-DESI 2018: How digital is Europe compared to other major world economies? S. 52. Elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/how-digital-europe-compared-other-major-world-economies>

¹⁸⁴ Vgl. Opensignal (2016): The State of LTE (November 2016). Elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/reports/2016/11/state-of-lte>

Es gibt in China drei Mobilfunknetzbetreiber, China Mobile, China Unicom und China Telecom. An allen dreien ist der chinesische Staat Mehrheitsanteilsnehmer, wobei der Staatsanteil an China Unicom in den letzten Jahren reduziert wurde.¹⁸⁵ China Mobile war 2018 der mit Abstand größte Anbieter mit einem Marktanteil von ca. 60 %, die beiden anderen Anbieter kamen jeweils auf ca. 20 %.¹⁸⁶ Ein Großteil der Mobilfunkmasten wird von China Tower errichtet und betrieben, einem Joint Venture der drei großen Mobilfunkanbieter.¹⁸⁷

Die Nutzung von mobilem Internet am Smartphone ist in China äußerst weit verbreitet. 2018 gab es dort mehr als 1,1 Milliarden 4G-fähige Mobilfunkverträge.¹⁸⁸ Die Gesamtzahl der SIM-Karten liegt bei über 1,5 Milliarden.¹⁸⁹ In China weiter verbreitet als in anderen Ländern sind „mobile-only“ Anschlüsse, also die ausschließliche Nutzung von Mobilfunktechnologie durch einen Haushalt anstelle eines Festnetzanschlusses. 2016 waren 19 % der Chinesen „mobile-only“ Nutzer.¹⁹⁰ Ein wichtiger Use Case ist insbesondere das mobile Bezahlen mit dem Smartphone, das in China auch in der Fläche weit verbreitet ist und eine hohe Netzabdeckung voraussetzt. Der Datenverbrauch pro Nutzer (bzw. SIM-Karte) bewegte sich in 2018 auf dem Niveau des OECD-Durchschnitts mit 4,42 Gigabyte pro Monat, in der Tendenz jedoch stark steigend (Mitte 2019 schon 7,12 Gigabyte pro Monat). Die Datenpreise im Mobilfunk sind zuletzt stark gesunken, Mitte 2019 kostete ein Gigabyte im Durchschnitt 5,6 Yuan (0,72 Euro), in den Jahren davor war dieser Preis um durchschnittlich 45,5 % pro Jahr gesunken.¹⁹¹

5G wird von der chinesischen Regierung als eines der größten Zukunftsthemen gesehen. Im 13. Fünfjahresplan im Jahr 2015 (für die Jahre 2016–2020) wurde der Plan formuliert, dass 5G staatlich gefördert werden müsse und dass ein Launch bis 2020 erfolgen solle.¹⁹²

185 Vgl. Jim, C.; Zhu, J. (2017): State-owned China Unicom to raise \$12 billion from Alibaba, Tencent, others. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.reuters.com/article/us-china-unicom-results/state-owned-china-unicom-to-raise-12-billion-from-alibaba-tencent-others-idUSKCN1AW0JP>

186 Aggregiert aus den Geschäftsberichten der drei MNOs.

187 Vgl. China Tower (2019): History. Elektronisch verfügbar unter: <https://ir.china-tower.com/en/about/history.php>

188 Vgl. Ericsson (2019): Ericsson Mobility Report June 2019, S. 35. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/49d1d9/assets/local/mobility-report/documents/2019/ericsson-mobility-report-june-2019.pdf>

189 Aggregiert aus den Geschäftsberichten der drei MNOs.

190 Vgl. Verkasalo, H. (2016): Why China Beats The U.S. In Mobile Usage (And Other Data Points Revealed At GMIC Beijing). Elektronisch verfügbar unter: <https://www.vertoanalytics.com/why-china-beats-the-u-s-in-mobile-usage-and-other-data-points-revealed-at-gmic-beijing/>

191 Vgl. CAICT (2019): White Paper on China's Broadband Development 2019.

192 EY (2018): China is poised to win the 5G race. S. 7. Elektronisch verfügbar unter: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en/\\$FILE/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en/$FILE/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en.pdf)

In den Jahren 2020 bis 2025 wird China umgerechnet zwischen 115 und 190 Milliarden Euro in 5G-Netze investieren.¹⁹³ Andere Quellen nennen eine Summe von 411 Milliarden für den Zeitraum zwischen 2020 und 2030.¹⁹⁴ Durch eine Zusammenarbeit der beiden Netzbetreiber China Telecom und China Unicom beim 5G-Ausbau sollen die Ausbaukosten drastisch gesenkt werden.¹⁹⁵ Im September 2019 waren bereits 86.000 5G-Basisstationen ausgebaut.¹⁹⁶

Ein weiterer, mit 5G verwandter Fokus der chinesischen Digitalpolitik ist das „Internet of Things“ (IoT). Insbesondere Narrowband-IoT (NB-IoT), eine auf Mobilfunk basierende Technologie, die im Westen vorrangig von Mobilfunknetzbetreibern implementiert wird, wird stark gefördert. Ende 2018 befanden sich schon 63 % der weltweit installierten Geräte für mobilfunkgestützte IoT in China.¹⁹⁷ Die Zahl aller Basisstationen soll sich von Ende 2017 bis 2020 auf 1,5 Millionen mehr als verdreifachen. Die Zahl der Verbindungen soll auf über 600 Millionen steigen und sich damit etwa verdreifachen.¹⁹⁸

193 Vgl. 5G Observatory (2019): 5G Observatory Quarterly Report 4 – Up to June 2019. S. 21. Elektronisch verfügbar unter:
<http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/07/80082-5G-Observatory-Quarterly-report-4-min.pdf>

194 Vgl. Merics (2019): China's digital rise: Challenges for Europe, April 2019, Merics, Papers on China, No. 7.

195 Vgl. Handelsblatt (2019): China Telecom kooperiert beim 5G-Netzaufbau mit Wettbewerbern. Elektronisch verfügbar unter:
<https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/neuer-mobilfunkstandard-china-telecom-kooperiert-beim-5g-netzaufbau-mit-wettbewerbern/24931756.html>

196 Vgl. CAICT (2019): White Paper on China's Broadband Development 2019.

197 Vgl. Tomás, J. P. (2019): China has 63% of all cellular IoT connections, claims study. Elektronisch verfügbar unter:
<https://enterpriseiotinsights.com/20190514/internet-of-things/china-ends-2018-63-global-cellular-iot-connections-study>

198 Vgl. Analysys Mason (2018): China will lead the world in NB-IoT, which will benefit Chinese vendors and the ecosystem worldwide. Elektronisch verfügbar unter:
<https://www.analysysmason.com/Research/Content/Comments/China-IoT-benefits-RDME0-RDRP0/>

3.10 Japan

Tabelle 3-10: Länderschnappschuss Japan

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Technologiemarktanteil von Glasfaser (78 % der Breitbandanschlüsse) im Festnetz • Niedrige Ausbaurkosten durch die Nutzung von Luftverkabelung und eine hohe Besiedlungsdichte • Weitreichende staatliche Digitalisierungs- und Technologiestrategien 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	126.529.100
BIP pro Kopf	\$39.290
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	91,6 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	-
FTTB/H-Verfügbarkeit	99 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	100,01 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	96 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	16 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	75 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	3 ¹⁹⁹
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	99 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	96 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	33,00 Mbit/s
Mobile Breitbandanschlüsse je 100 Einwohner	172,30
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	4,32 GB

¹⁹⁹ Rakuten hat im Rahmen der 5G-Frequenzvergabe Spektrum erhalten und plant bald als vierter MNO in den Markt einzusteigen.

Festnetz

Japan gehört in vielen Bereichen der Digitalisierung zu den Spitzenreitern weltweit, u.a. bei der Penetration, bei E-Government und der IKT-Nutzung.²⁰⁰ Japan hat das Potenzial der Anwendung von IKT zur Verbesserung der sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung früh erkannt und Maßnahmen zur Entwicklung der digitalen Wirtschaft ergriffen. Unternehmen, Regierungen und Privatpersonen waren maßgeblich an der Entwicklung der Online-Inhalte und -Dienste beteiligt, welche die digitale Wirtschaft ausmachen.²⁰¹

Die japanische Regierung und das „Ministry of Internal Affairs and Communications“ (MIC), das auch Regulierungsfunktionen im Telekommunikationssektor innehat, haben bereits früh umfassende Strategien und Programme aufgesetzt, um die digitale Infrastruktur in Japan zu verbessern sowie die Digitalisierung und Vernetzung in vielen Lebens- und Arbeitsbereichen zu erhöhen. Wesentliche Meilensteine sind die e-Japan Strategy (I und II), die u-Japan Strategy und die i-Japan Strategy; Prioritätsfelder umfassen neben einem flächendeckenden Breitbandausbau die Qualifizierung von Fachkräften und die Unterstützung von digitalen Dienste und Anwendungen in verschiedenen Lebens- und Arbeitsbereichen.²⁰²

Zuletzt wurde in Japan eine Reihe von Initiativen unter dem Begriff „Society 5.0“ gestartet: Die Innovationen der vierten industriellen Revolution (z.B. IoT, Big Data, Künstliche Intelligenz (KI), Augmented und Virtual Reality, Robotik und Sharing Economy) sollen in jeder Branche und jedem Bereich des gesellschaftlichen Lebens Anwendung finden; hierzu gehören u.a. das Gesundheitswesen, die Mobilität, Infrastruktur und FinTechs. Die Society 5.0 stellt dabei die Weiterentwicklung der Informationsgesellschaft dar.²⁰³

Japan ist nach Südkorea das OECD-Land mit dem zweithöchsten Anteil von FTTB/H-Anschlüssen und ist traditionell ein Vorreiter bei der Adaption neuer Technologien. Etwa 78 % der Haushalte mit Festnetzanschlüssen nutzen das Glasfasernetz. 17 % der Haushalte verwenden das Kabelnetz, der xDSL-Anteil ist mit 4 % sehr niedrig.

200 Vgl. World Economic Forum (2018): The Global Competitiveness Report 2018, elektronisch verfügbar unter:

<http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf>

The Fletcher School at Tufts University (2017): Digital Planet 2017, elektronisch verfügbar unter:

<http://sites.tufts.edu/digitalplanet/dei17/>

IMD (2018): IMD world digital competitiveness ranking 2018, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/>

201 <https://www.budde.com.au/Research/Japan-Digital-Economy-and-Digital-Media-Historical>

202 http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/presentation/pdf/091019_1.pdf

203 https://www.japan.go.jp/abenomics/_userdata/abenomics/pdf/society_5.0.pdf

Obwohl NTT als Incumbent nach wie vor den japanischen Festnetzmarkt dominiert, unternehmen die Konkurrenten KDDI und Softbank kontinuierlich Schritte, um effizienter und effektiver mit NTT zu konkurrieren, und waren zuletzt bei der Neukundenakquise erfolgreicher als der Incumbent.²⁰⁴ Beim FTTB/H-Ausbau wird regelmäßig Luftkabelverlegung genutzt, was sich kostensenkend auswirkt. Weitere Kostenvorteile entstehen durch die hohe Bevölkerungsdichte in dem Land, in dem weite Teile in größeren Agglomerationszentren leben. Gerade in den dicht besiedelten Regionen herrscht intensiver Infrastrukturwettbewerb.

In Japan wurden bereits früh Triple-Play-Bündel (Fernsehen, Breitband-Internet und Sprachtelefonie) angeboten. Die Penetration im Festnetzbereich ist in den letzten fünf Jahren in einem sehr reifen Markt kaum gewachsen, Es ist zu erwarten, dass der Marktanteil von FTTB/H innerhalb des Festnetzsegments weiterhin ansteigen und DSL-Technologie komplett verdrängen wird. Diese Entwicklung wird sich voraussichtlich dadurch beschleunigen, dass den wenigen verbleibenden DSL-Nutzern Anreize zur Migration zu FTTB/H gegeben werden.²⁰⁵

Der Incumbent NTT (Nippon Telegraph and Telephone), an dem der Staat ein Drittel der Anteile hält, wurde 1999 aufgeteilt, so dass das Festnetzgeschäft inkl. der Netze in zwei regional separierte Gesellschaften betrieben wird (NTT West und NTT East). Auch andere Bereiche wie etwa der Mobilfunk (NTT Docomo) sind hiervon getrennt.

Die Festnetzbetreiber sind staatlich reguliert und müssen Konkurrenzunternehmen entbündelten Zugang zu den Glasfasernetzen gewähren. Der Entbündelung von Glasfaseranschlüssen kommt aber nur eine untergeordnete Bedeutung zu, da in Japan häufig GPON-Netze verlegt werden und aus technischen Gründen nur Bündel von Glasfasern durch die Wettbewerber angemietet werden können. Wegen der dadurch entstehenden sprungfixen Kosten gestaltet sich die Anmietung folglich als unwirtschaftlich und wird nicht häufig nachgefragt.

Außerdem gibt es auf dem japanischen Markt keine Bitstromprodukte. Der Zugang zu passiver Infrastruktur wie Masten, Rohren und Tunneln ist zwar regulatorisch angeordnet, allerdings ist unklar, in welchem Umfang dies tatsächlich durch Wettbewerber genutzt wird.²⁰⁶

Es ist davon auszugehen, dass die geringe Nachfrage nach Vorleistungsprodukten darauf zurückzuführen ist, dass infolge der meist oberirdischen Verlegung die Ausbaukosten in Japan vergleichsweise niedrig sind und daher kaum Nachfrage nach entsprechenden Vorleistungen besteht.

²⁰⁴ <https://www.budde.com.au/Research/Japan-Telecommunications-Infrastructure>

²⁰⁵ <https://www.budde.com.au/Research/Japan-Fixed-Broadband-Market-Statistics-and-Analyses>

²⁰⁶ Vgl. Gantumur, T.; Stumpf, U. (2016): NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 411, Bad Honnef, Juni 2016.

Ferner hat das MIC 2011 eine funktionale Separierung bei NTT West und NTT East angeordnet: die Trennung des infrastruktur- und des dienstbasierten Bereiches soll wettbewerbsfördernde Effekte entfalten. Interne Institutionen wurden hierfür eingeführt, die eine strikte Trennung gewährleisten sollen; zusätzlich wird die funktionale Separierung durch das MIC überwacht.²⁰⁷

Mobilfunk

Auch beim Mobilfunk zeigte sich der hohe technologische Standard in Japan in der Vergangenheit oft. So war etwa 3G in Japan zwei Jahre vor dem Start in den USA in Japan verfügbar. Aktuell weicht dieser Status allerdings leicht auf, denn trotz quasi flächendeckender LTE-Abdeckung sinkt die Übertragungsqualität (etwa die erreichbaren Übertragungsgeschwindigkeiten) aufgrund der dichtbesiedelten Städte und der hohen Mobilfunkpenetration und intensiven Nutzung.²⁰⁸

Auf dem japanische Mobilfunkmarkt operieren die drei Netzbetreiber NTT DoCoMo, KDDI und Softbank Mobile. Mit dem Start von 5G wird der bisher vor allem als E-Commerce-Anbieter aufgetretene Konzern Rakuten in den Markt eintreten und ebenfalls ein eigenes Netz aufbauen, der Anbieter hat jedoch mit Verzögerungen zu kämpfen.²⁰⁹ Im April 2019 wurden den vier Netzbetreibern im Rahmen eines Beauty Contest die Frequenzen in den Bereichen 3,7 GHz, 4,5 GHz und 28 GHz zugewiesen.²¹⁰ Dieses Vorgehen war im Vorfeld umstritten. So wurde diskutiert, ob nicht Elemente einer Auktion in die Zuteilung der Frequenzen einfließen könnten.²¹¹

Die Gesamtsumme der Investitionen der vier Anbieter soll umgerechnet etwa 14,4 Mrd. US-Dollar betragen. Zu den Voraussetzungen für den Zugang zum 5G-Spektrum gehörte das Angebot von 5G-Diensten in jeder Präfektur innerhalb von zwei Jahren. Das MIC teilte Japan in 4.500 Blöcke auf; jeder Betreiber muss innerhalb von fünf Jahren in mindestens der Hälfte von ihnen Basisstationen aufstellen. Docomo und KDDI haben sich für diesen Zeitraum eine Abdeckung von mehr als 90 % zum Ziel gesetzt, bei SoftBank und Rakuten werden 64 % bzw. 56 % Abdeckung angestrebt.

Das Angebot von kommerziellen 5G-Diensten ist für das Jahr 2020 geplant. Das MIC bereitet sich derzeit darauf vor, mit der Forschung und Entwicklung im Bereich 5G zu

²⁰⁷ Vgl. Ministry of Internal Affairs and Communications Japan (MIC) (2011): Broadband Competition Policy in Japan, elektronisch verfügbar unter:

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/presentation/pdf/111104_01.pdf

²⁰⁸ Japan at a crossroads – The 4G to 5G (r)evolution (McKinsey, 2018), elektronisch verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Telecommunications/Our%20Insights/Japan%20at%20a%20crossroads%20The%204G%20to%205G%20revolution/Japan-at-a-crossroads-The-4G-to-5G-revolution-final-web.ashx>

²⁰⁹ <https://www.nippon.com/en/news/yjj2019090600335/rakuten-to-delay-start-of-full-mobile-service-by-6-months.html>

²¹⁰ <https://5gobservatory.eu/japan-assigns-5g-spectrum-to-four-operators/>

²¹¹ Japan at a crossroads – The 4G to 5G (r)evolution (McKinsey, 2018), elektronisch verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/japan-at-a-crossroads-the-4g-to-5g-revolution>; PolicyTracker (2019): Spectrum auctions: the current policy debates, white paper, August 2019.

beginnen, etwa bei der Entwicklung von Standards und dem Anwendungsbereichen; bei letzteren liegt ein starker Fokus auf den Bereichen IoT und verwandten Technologien wie autonomes Fahren.²¹²

212 <https://www.budde.com.au/Research/Japan-Mobile-Infrastructure-Broadband-Operators-Statistics-and-Analyses>

3.11 Südkorea

Tabelle 3-11: Länderschnappschuss Südkorea

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe Abdeckung mit FTTB/H • Pionier bei 5G • Ganzheitliche und langfristige IuK- und Digitalisierungsstrategie • Ausgeprägte Konvergenz von Festnetz und Mobilfunk 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	51.635.256
BIP pro Kopf	\$31.363
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	81,5 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	-
FTTB/H-Verfügbarkeit	98 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	193,90 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	99 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	16 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	80 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	3
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	99 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	98 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	52,40 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	112,60
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	6,49 GB

Südkorea gehört zu den digitalen Vorreitern weltweit. Als Hochtechnologiestandort hat das Land Führungspositionen in zahlreichen technologie- und innovationsgeprägten Industrien inne und strebt eine zunehmend wissensbasierte Wirtschaft an. Telekommunikationsinfrastrukturen nehmen dabei eine Schlüsselrolle ein, um während der digitalen Transformation des Landes weiterhin eine globale Führungsrolle einnehmen zu können. In zahlreichen internationalen Rankings zählt Südkorea zur Weltspitze, bspw. in Hinblick auf die Nutzung von sehr schnellen Breitbandtechnologien, E-Government und IKT.²¹³

Die südkoreanische Regierung hat zahlreiche staatliche Programme und Initiativen aufgesetzt, um die Telekommunikations- und Informationstechnologiemärkte des Landes zu unterstützen. Hierzu gehören etwa „First National Informatization Promotion Plan“, „Cyber Korea 21“, „e-Korea Vision 2006“, „Broadband IT Korea Vision 2007“ und „U-Korea Masterplan“.²¹⁴

Viele Programme zeichnen sich durch einen ganzheitlichen Förderungsansatz aus: Neben Subventionen beim Ausbau schließen diese auch gezielte Maßnahmen zur Nachfragestimulation nach Breitbanddiensten und die Förderung von E-Government-Diensten ein. Der politische Schwerpunkt beim Ausbau der Netzinfrastruktur lag u.a. auf der Einrichtung eines Ultra Broadband Convergence Network (UBcN) mit Gigabit-Geschwindigkeiten.²¹⁵

Festnetz

Für den flächendeckenden Ausbau von FTTB/H-Netzen in Südkorea wurden bis 2015 mehr als 26 Mrd. Euro an öffentlichen Mitteln zur Verfügung gestellt.²¹⁶

Die politischen Ambitionen im Breitbandbereich liegen aber noch höher: Anfang 2018 hat das südkoreanische Ministerium für Wissenschaft und IKT (MSIT) die Einrichtung eines neuen Fonds angekündigt, der speziell auf Technologien und Projekte ausgerichtet ist, die Datenraten von 10 Gbit/s liefern können. Hierdurch soll bis 2022 eine Take-Up-Rate von 50 % bei dieser Geschwindigkeit erreicht werden.

213 Vgl. World Economic Forum (2018): The Global Competitiveness Report 2018, elektronisch verfügbar unter:

<http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf>

IMD (2018): IMD world digital competitiveness ranking 2018, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/>

214 Vgl. Shin, D.-H. (2014): A comparative analysis of net neutrality: Insights gained by juxtaposing the U.S. and Korea, in: Telecommunications Policy 38, Issue 11, (December 2014), pp. 1117-1133.

215 <https://www.budde.com.au/Research/South-Korea-Fixed-Broadband-Market-Statistics-and-Analyses>

Für weitere Informationen zu UBcN siehe

<https://eng.kcc.go.kr/user.do?mode=view&page=E04010000&dc=E04010000&boardId=1058&cp=1&boardSeq=25474>

216 Die Mittel wurden nur zum Teil für den Breitbandausbau genutzt. Vgl. Shin, D.-H. (2014): A comparative analysis of net neutrality: Insights gained by juxtaposing the U.S. and Korea, in: Telecommunications Policy 38, Issue 11, (December 2014), pp. 1117-1133.

In Südkorea wurden früh breitbandbasierte Dienste wie E-Health, E-Learning, E-Government und u-City (Ubiquitous Cities) entwickelt und in die Praxis umgesetzt. E-Health-Dienste werden u.a. für abgelegene Inselregionen Koreas bereitgestellt. Im Bereich E-Government versteht sich die Regierung selbst als Leitnachfrager nach derartigen Lösungen; dementsprechend wurden derartige Lösungen staatlich begleitet und finanziell unterstützt. Durch die Einführung von digitalen Diensten in vielen Bereichen soll in sozialpolitischer Hinsicht auch die Kluft zwischen Arm und Reich sowie zwischen Klassen und Regionen innerhalb des Landes verringert werden.²¹⁷ Daneben gibt es auch eine Reihe von privaten Initiativen: Huawei ist etwa eine Partnerschaft mit LG U+ für den Start von Seoul TechCity eingegangen, als Teil seines Engagements, Anwendungen und Dienste im Bereich Smart-City weiter voranzutreiben.²¹⁸

Zur Stimulation der Nachfrage hat das Land früh weitere, teilweise kostenfreie IT-Trainingsprogramme („IT-literacy“) ins Leben gerufen, die insbesondere weniger internet-affine Nutzergruppen adressiert haben, um deren Internetnutzung gezielt zu steigern.²¹⁹

Der Telekommunikationssektor in Südkorea wird von den drei großen Netzbetreibern KT, LG U+ und SK Telecom beherrscht, die sowohl im Festnetz- als auch im Mobilfunksegment tätig sind. Beide Bereiche sind von einem hohen infrastrukturbasierten Wettbewerb geprägt, wobei der Incumbent KT jeweils den größten Marktanteil aufweist. Dadurch, dass drei nationale Anbieter sich in einem intensiven Preiswettbewerb auf dem Markt befinden, liegen die dortigen Preise seit langem deutlich unter dem internationalen Durchschnitt. Außerdem war in den letzten Jahren eine deutliche Tendenz zu Festnetz- und Mobilfunk-Produktbündeln erkennbar.²²⁰

Das Land besitzt die meisten FTTB/H-Anschlüssen unter den OECD Ländern und gilt traditionell als Vorreiter bei der Adaption von Innovationen und Technologien. Die hohe Bevölkerungsdichte in dem Land begünstigt die Ausbauplanungen. Infolge des umfassenden FTTB/H-Ausbau der privaten Netzbetreiber nutzen über 80 % der Haushalte mit Festnetzanschlüssen das Glasfasernetz. Etwas mehr als 16 % der Haushalte verwenden das Kabelnetz, während der xDSL-Anteil nur bei gut 3 % liegt.

217 <https://www.budde.com.au/Research/South-Korea-Fixed-Broadband-Market-Statistics-and-Analyses>

218 <https://www.budde.com.au/Research/South-Korea-Telecoms-Infrastructure-Operators-Regulations-Statistics-and-Analyses>

219 Vgl. Yun, K.; Lee, H.; Lim, S.-H. (2002): The Growth of Broadband Internet Connections in South Korea: Contributing Factors, September 2002, elektronisch verfügbar unter:

<https://fsi.fsi.stanford.edu/sites/default/files/Yun.pdf> und The World Bank (2010): Broadband Policy in Korea, By: Wonki Min, June 30, 2010, elektronisch verfügbar unter:

<http://siteresources.worldbank.org/BELARUSEXTN/Resources/1.77koreabb.pdf>

220 Vgl. Shin, D.-H. (2014): A comparative analysis of net neutrality: Insights gained by juxtaposing the U.S. and Korea, in: Telecommunications Policy 38, Issue 11, (December 2014), pp. 1117-1133.

In Südkorea sind im Bereich FTTB/H erste Marktsättigungseffekte zu beobachten, der Zuwachs an Anschlüssen lag im Jahr 2018 nur noch bei 5,6 %.²²¹ Der Incumbent KT dominiert den Markt, alternative Netzbetreiber investieren aber weiterhin in ihre Glasfaserinfrastruktur. Als ein Treiber kann IPTV angesehen werden: Entsprechende Abonnements haben kürzlich die 5-Millionen-Marke überschritten, da immer mehr Inhalte verfügbar sind und die Betreiber untereinander mit Live-Übertragungen konkurrieren.²²²

Die südkoreanische Regulierungsbehörde KCC legt bei ihren Entscheidungen einen starken Fokus auf die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der Märkte. Dem Incumbent Korea Telecom wurde erst im Jahr 2002 die Entbündelung der Teilnehmeranschlussleitung auferlegt. Später verfolgte die Regulierungsbehörde mit Zugangsverpflichtungen zu Masten, Leerrohren und Glasfaserleitungen die Zielsetzung, Infrastrukturwettbewerb zu fördern.

Für Glasfasernetze, die vor 2004 ausgebaut wurden, hat das KCC KT die Verpflichtung auferlegt, das Glasfasernetz zu regulierten Vorleistungskonditionen für alternative Betreiber zu öffnen. Für die nach 2004 ausgebauten Glasfasernetze bestehen keine entsprechenden Vorschriften. Andere Netzbetreiber unterliegen ebenfalls keiner Regulierung. KCC tritt als Streitschlichter zwischen Netzbetreibern auf, wenn diese keine Einigung bei kommerziellen Vereinbarungen erreichen können.

Für alle Kupfer- und Kabelnetze gibt es durch das KCC eine "Open Access"-Verordnung: Diese umfasst die Entbündelung von kupferbasierten Netzen und den Kabelanschluss. Diese Vorschrift hat aufgrund der Marktentwicklung jedoch praktisch keine Bedeutung mehr.²²³

Mobilfunk

Südkorea hat mit über 97 % der Fläche die weltweit höchste 4G-Abdeckung.²²⁴ Das Wachstum war zuletzt eher moderat; allerdings könnten zukünftige innovative 5G-Dienste positive Wachstumsimpulse hervorrufen.²²⁵

²²¹ <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>

²²² <https://www.budde.com.au/Research/South-Korea-Major-Telecom-Operators-Overview-and-Statistics-Historical>

²²³ Vgl. OECD (2011): Fiber Access – Networks deployment in the OCED area, elektronisch verfügbar unter:

[https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5kg9sqzz9mlx-](https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5kg9sqzz9mlx-en.pdf?expires=1567177442&id=id&accname=guest&checksum=0102973E40B827A2D4509F744D369897)

[en.pdf?expires=1567177442&id=id&accname=guest&checksum=0102973E40B827A2D4509F744D369897](https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5kg9sqzz9mlx-en.pdf?expires=1567177442&id=id&accname=guest&checksum=0102973E40B827A2D4509F744D369897)

Crandell (2015): The effects of mandated network unbundling on FTTP deployment, elektronisch verfügbar unter:

[https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf/\\$FILE/DGTP-](https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf/$FILE/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf)

[002-2015-TELUS-AppendixC.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapj/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf)

²²⁴ <https://www.opensignal.com/reports/2018/02/state-of-ite>

²²⁵ <https://www.budde.com.au/Research/South-Korea-Mobile-Infrastructure-Broadband-Operators-Statistics-and-Analyses>

In Südkorea hat die Regierung (Ministerium für Wissenschaft, IKT und Zukunftsplanung) zusammen mit dem Public Private Partnership 5G Forum bereits im Januar 2014 eine 5G Mobilfunkstrategie festgelegt. Zu diesem Zweck hat die Regierung 1,5 Mrd. USD bereitgestellt; zusätzliche Mittel fließen aus dem Privatsektor. Insgesamt sind 26 Stakeholder beteiligt, neben privaten Unternehmen (Netzbetreiber, Gerätehersteller) auch Forschungseinrichtungen und Universitäten. Die Regierung sieht die 5G-Technologie als wesentliche Infrastruktur für Dienste und Anwendungen in einer „Smart Society“. Frequenzen im 5G-Spektrum (Bänder in den Bereichen 3,4-3,7 GHz sowie 26,5-28,9 GHz) wurden Mitte des Jahres 2018 versteigert. Darüber hinaus wird für die Zukunft erwogen, der 5G-Technologie zusätzliches Spektrum zuzuweisen.²²⁶

Aus finanziellen und zeitlichen Gründen haben sich die Netzbetreiber in Südkorea Mitte 2018 bereit erklärt, beim Netzausbau für 5G Kooperationen zu vereinbaren, etwa im Bereich des Infrastruktur-Sharing.²²⁷ 5G-Dienste wurden von den drei MNOs (SK Telecom, KT und LG U+) im April 2019 gemeinsam gestartet. Ein Großteil der Basisstationen für 5G wurde im Umland um die großen Agglomerationszentren des Landes errichtet.²²⁸ Bereits im Juni diesen Jahres wurde die Schwelle von einer Million 5G-Teilnehmern erreicht.²²⁹

226 <http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/07/80082-5G-Observatory-Quarterly-report-4-min.pdf>

227 http://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2018/04/133_247121.html

228 Erste Tests für 5G fanden bereits 2018 im Rahmen der olympischen Spiele in Südkorea statt. 5G-basierte immersive Dienste wie "Time Slice", "Sync View" und "Omni Point View" wurden dabei eingeführt.

229 Yeon, K.-H. et al. (2019): Provision of 5G Cellular Services: Case of Korea and Policy Issues, IST presentation.

3.12 USA

Tabelle 3-12: Länderschnappschuss USA

Highlights	
<ul style="list-style-type: none"> • Regionale unregulierte Mono-/Duopolstrukturen im Festnetz • Reverse Auctions als Instrument bei der Breitbandförderung • Hohe Qualität der Mobilfunknetze (mit einem hohen Preisniveau) • OTTs waren zeitweise im Breitbandausbau aktiv, haben sich aber wieder zurückgezogen 	
Strukturelle Indikatoren	
Einwohnerzahl	327.167.434
BIP pro Kopf	\$62.795
Urbanisierung (Anteil der Bevölkerung, der in Städten lebt)	82,3 %
Indikatoren zum Festnetzmarkt	
Festnetz-Breitbandverfügbarkeit (mit Bandbreiten von mind. 2 Mbit/s)	100 %
HFC-Verfügbarkeit	88 %
FTTB/H-Verfügbarkeit	25 %
Gemessene durchschnittliche Downloadgeschwindigkeit	120 Mbit/s
Anteil der Haushalte mit Festnetzbreitbandanschluss	77 %
Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	48 %
Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss	11 %
Indikatoren zum Mobilfunkmarkt	
Anzahl der Netzbetreiber	4
4G Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	100 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche LTE-Verfügbarkeit	90 %
Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (LTE)	16,31 Mbit/s
Mobile Breitbandschlüsse je 100 Einwohner	144,40
Durchschnittliche Datennutzung (je mobiler Breitbandanschluss)	5,39 GB

Festnetz

Der Breitbandmarkt in den USA ist durch ein Duopol zwischen Kabelnetzbetreibern und den beiden Telekommunikationskonzernen AT&T und Verizon gekennzeichnet. Traditionell gibt es in den USA nahezu flächendeckend verfügbare Kabelnetze. Die Kabelnetzbetreiber haben ihre Netze frühzeitig aufgerüstet und breitbandfähig gemacht, die Netzabdeckung mit DOCSIS 3.0 liegt bei über 80 %. Dies führt dazu, dass die Kabelnetzbetreiber regional häufig über höhere Marktanteile als die Telcos verfügen. Gleichzeitig zwingt der Erfolg der Kabelnetzbetreiber in Kombination mit der begrenzten Leistungsfähigkeit des Kupfernetzes die Telcos zu Investitionen in Glasfasernetze. Trotz dieses an vielen Stellen bestehenden Infrastrukturwettbewerbs gibt es über

65 Millionen Haushalte, die einen Anschluss ausschließlich über einen der beiden größten Kabelnetzbetreiber buchen können.²³⁰

Ende 2018 waren 62,1 % der Internetanschlüsse in den USA über Kabelnetze geschaltet, der höchste Wert in der OECD. 19,8 % waren DSL-Anschlüsse, der Glasfaser-Anteil betrug 14,3 %. Auch Breitband über Satellit ist mit einem Marktanteil von 1,8 % in den USA weiter verbreiteter als im Rest der OECD.²³¹ Verfügbar war ein Glasfaseranschluss für ca. 32 % der Haushalte.²³² Es wurde jedoch zuletzt kritisiert, dass die von der Regulierungsbehörde kommunizierten Abdeckungsraten höher seien als die tatsächliche Breitbandverfügbarkeit.²³³

Die trotz hoher Kabelabdeckung relativ hohe FTTB/H-Abdeckung wird oft auf die fehlende Zugangsregulierung im Festnetz zurückgeführt. In der Tat gibt es in den USA keinen zugangsbasierten Wettbewerb, nachdem seit 2003 keine Entbündelungsverpflichtungen mehr auferlegt wurden und diese von den Netzbetreibern auch nicht freiwillig angeboten werden. Bitstrom-Zugangsangebote sind in den USA unbekannt. Es ist allerdings umstritten, ob der fehlende zugangsbasierte Wettbewerb hier zusätzlichen Erklärungswert hat. In den USA gibt es auch Stimmen, die im fehlenden regulierten Telekommunikationswettbewerb mehr Probleme als Vorteile erkennen können.²³⁴ Dieser äußert sich in einer geringer Auswahl für die Kunden, die typischerweise höchstens zwei Anbieter zur Auswahl haben, und daraus resultierend in einem vergleichsweise hohen Preisniveau. Auch die Debatte um die Abschaffung der Netzneutralität ist zum Teil darin begründet, dass die mono- bzw. duopolistischen Marktstrukturen entsprechendes Verhalten begünstigen.²³⁵

Der durchschnittliche Breitbandanschluss in den USA bietet hohe Bandbreiten, begünstigt durch den hohen Technologiemarktanteil des Breitbandkabels.

Der größte Festnetzanbieter in den USA ist der Kabelnetzbetreiber Comcast unter dem Markennamen Xfinity mit einem Marktanteil von 23,7 %. Nur knapp dahinter befindet sich mit Charter Communications (Markenname: Spectrum) ein weiteres Kabelunternehmen mit 22 % Marktanteil.²³⁶ In den letzten Jahren war Charter Communications auf einem starken Akquisitionskurs. 2015 kaufte der Konzern den zu diesem Zeitpunkt

²³⁰ Vgl. Trostle, H.; Mitchell, C. (2018): Profiles of Monopoly: Big Cable and Telecom. S. 30. Elektronisch verfügbar unter: <https://ilsr.org/wp-content/uploads/2018/07/profiles-of-monopoly-2018.pdf>

²³¹ Vgl. OECD Broadband statistics: <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>

²³² Eigene Berechnung, Quellen: <https://www.fiberbroadband.org/blog/fiber-broadband-association-releases-study-on-rapid-fiber-growth-in-north-america> sowie <https://www.statista.com/statistics/183635/number-of-households-in-the-us/>

²³³ Vgl. Kahan, J. (2019): It's time for a new approach for mapping broadband data to better serve Americans. Elektronisch verfügbar unter: <https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2019/04/08/its-time-for-a-new-approach-for-mapping-broadband-data-to-better-serve-americans/>

²³⁴ Vgl. Crawford, S., Scott, B. (2015): Be Careful What You Wish For: Why Europe Should Avoid the Mistakes of US Internet Access Policy, in: stiftung neue verantwortung, Policy Brief, Juni 2015

²³⁵ Vgl. Carter, K. R.; Marcus, J. S.; Wernick, C. (2008): Network Neutrality: Implications for Europe. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 314.

²³⁶ Vgl. Bell, P. (2018): Cable is Main Form of Broadband Access in North America. Elektronisch verfügbar unter: <https://blog.telegeography.com/cable-is-main-form-of-broadband-access-in-north-america>

sechstgrößten Kabelnetzbetreiber Bright House Networks für 10,4 Milliarden Dollar.²³⁷ 2016 zahlte Charter dann 78,7 Milliarden Dollar für das damals zweitgrößte Kabelunternehmen Time Warner Cable in einem der größten Übernahmegeschäfte aller Zeiten.²³⁸ Aufgrund der weiten Verbreitung und hohen Penetration des Kabelnetzes sind die USA beim Thema Konvergenz zwischen Breitband- und TV-Anbietern schon deutlich weiter fortgeschritten, die meisten Anbieter haben schon lange beide Säulen im Produktportfolio. Mit einigem Abstand folgen hinter den beiden Kabelnetzbetreibern AT&T und Verizon, die beiden größten DSL- bzw. Glasfaseranbieter, mit Marktanteilen von 14,1 % und 6,2 %.²³⁹ Auch wenn Verizon über einen niedrigeren Marktanteil als AT&T verfügt, ist die FTTB/H-Abdeckung von Verizon mit 10,6 % der Haushalte²⁴⁰ und einem Anteil von 87 % Glasfaserkunden unter den Breitbandkunden bei Verizon höher als bei AT&T.²⁴¹

Die im internationalen Vergleich niedrigen Marktanteile der großen Anbieter, insbesondere bei DSL und Glasfaser, erklären sich mit relativ niedrigen Abdeckungsraten auf Anbieterebene. Häufig sind auf den regionalen Märkten kleinere Anbieter tätig, die dann auf das gesamte Land gesehen einen niedrigen Marktanteil aufweisen, in ihren Verbreitungsgebieten jedoch über eine Monopol- bzw. Duopolstellung verfügen.

Auch neuere Alternativangebote gibt es in den USA: Nach Start der Planungen in 2010 wurden Ende 2012 die ersten Anschlüsse bei einem der am meisten beachteten Glasfaserprojekte der Welt geschaltet. Google Fiber startete seinen Rollout in Kansas City, hunderte Städte hatten sich darum beworben. Der Internetkonzern verlegte Glasfaser-Internet mit Gigabit-Geschwindigkeiten und bot für sozial schwache Haushalte auch ein grundlegendes Internetprodukt gratis an. Für 2015 war die Erschließung von Austin, Texas geplant,²⁴² inzwischen hat Google die Aktivitäten in diesem Feld jedoch größtenteils eingestellt. Auch der Versuch innovative technische Verlegungsmethoden wie „shallow trenching“ zu etablieren, gelang nicht.²⁴³ Insbesondere die Anknüpfung des Wettbewerbs in den Städten, sowie das Lenken der medialen Aufmerksamkeit

237 Vgl. Charter (2015a): Charter to Acquire Bright House Networks for \$10.4 billion. Elektronisch verfügbar unter:

<https://ir.charter.com/news-releases/news-release-details/charter-acquire-bright-house-networks-104-billion/>

238 Vgl. Charter (2015b): Charter Communications to Merge with Time Warner Cable and Acquire Bright House Networks. Elektronisch verfügbar unter: <https://ir.charter.com/news-releases/news-release-details/charter-communications-merge-time-warner-cable-and-acquire/>

239 Vgl. Bell, P. (2018): Cable is Main Form of Broadband Access in North America. Elektronisch verfügbar unter:

<https://blog.telegeography.com/cable-is-main-form-of-broadband-access-in-north-america>

240 Vgl. Statista (2019): Fiber broadband coverage in the United States by provider in 2019. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/270581/us-fiber-broadband-coverage-by-provider/>

241 Vgl. Verizon (2019): 2018 Annual Report. S. 22. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.verizon.com/about/sites/default/files/2018-Verizon-Annual-Report.pdf>

242 Vgl. Krauth, O. (2017): The rise and fall and rise again of Google Fiber: A timeline. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.techrepublic.com/article/the-rise-and-fall-and-rise-again-of-google-fiber-a-timeline/>

243 Vgl. Sawall, A. (2019): Google Fiber schaltet FTTH wegen freihängenden Kabeln ab, in: golem.de, 08.02.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.golem.de/news/shallow-trenching-google-fiber-legt-ftth-netz-in-louisville-still-1902-139269.html>

auf den Glasfaserausbau wird jedoch als großer Verdienst des Google-Projektes gesehen.²⁴⁴

In den USA gibt es umfangreiche staatliche Förderprogramme für den Breitbandausbau. Aus dem „Universal Service Fund“, in den jeder Telekommunikationsanbieter einzahlt, werden Breitbandanbindungen im ländlichen Raum, die Anbindung von Schulen, Büchereien und Krankenhäusern sowie die Anschlüsse einkommensschwacher Haushalte subventioniert. Dieses Programm hatte in 2018 ein Gesamtvolumen von \$8,3 Milliarden.²⁴⁵ Die Anbieter dürfen diese Gebühr an die Verbraucher weiterreichen und tun dies auch.

Der „Connect America Fund“, als Teil des sogenannten „High Cost Program“ innerhalb des „Universal Service Fund“, in dessen Rahmen Rückwärtsauktionen stattfinden, bei denen Anbieter darauf bieten, weiße Flecken mit möglichst geringen Fördersummen auszubauen, ist ein Teil dieses Programms.²⁴⁶ Dort werden, je nach Konkurrenzsituation um die Fördergelder im Rahmen der Auktion, Bandbreiten zwischen 10 Mbit/s und 1 Gbit/s im Download ausgebaut. Konkret darf ein Anbieter, der 10 Mbit/s Downloadgeschwindigkeit und hohe Latenzzeiten anbietet, in der gleichen Region etwa 47,4 %²⁴⁷ weniger Fördergelder in Anspruch nehmen als ein Anbieter, der 1 Gbit/s Downloadgeschwindigkeit und niedrige Latenzen anbietet.²⁴⁸ Der „Connect America Fund“ soll bald abgelöst werden durch den „Rural Digital Opportunity Fund“, bei dem bis zu \$20 Milliarden Dollar über Rückwärtsauktionen in Gebieten für Anbieter vergeben werden, die Breitband mit Downloadgeschwindigkeiten von mindestens 25 Mbit/s in ländlichen Gebieten ausbauen. Des Weiteren soll es Anreize geben auch schnellere Geschwindigkeiten anzubieten. Damit sollen mindestens vier Millionen Haushalte mit hohen Bandbreiten erschlossen werden.²⁴⁹ Die Nachfrageförderung für einkommensschwache²⁵⁰ Haushalte, genannt „Lifeline Program“, erstreckt sich auf einen Betrag von \$9,25 pro Monat, den der Haushalt entweder für einen Festnetzbreitband- oder einen Mobilfunkanschluss nutzen kann. Die Mindestanforderungen für einen mobilen Daten-

²⁴⁴ Vgl. Levin, B., Downes, L. (2018): Why Google Fiber is High-Speed Internet's Most Successful Failure. Elektronisch verfügbar unter:

<https://hbr.org/2018/09/why-google-fiber-is-high-speed-internets-most-successful-failure>

²⁴⁵ Vgl. Universal Service Administrative Co. (2019): 2018 Annual Report, elektronisch verfügbar unter: <https://www.usac.org/res/documents/about/pdf/annual-reports/usac-annual-report-2018.pdf>

²⁴⁶ Bei Rückwärtsauktionen bzw. Reverse Auctions werden die Gebote im Verlauf der Auktion nicht erhöht sondern verringert. Ziel ist in diesem Falle die Auswahl des Betreibers, der die geringsten Subventionen der öffentlichen Hand in Anspruch nimmt.

²⁴⁷ Das System basiert auf Gewichten, bei denen höhere Qualitätsmerkmale (Bandbreiten, Latenzen) höher gewichtet werden als niedrige. Beispielsweise würde ein Anbieter, der eine Region für \$1 Million Fördergeld mit 10 Mbit/s und hohen Latenzen ausbauen würde, genauso gewertet wie ein Anbieter, der die Region für \$1,45 Millionen mit 25 Mbit/s und niedrigen Latenzen oder ein Anbieter, der sie für \$1,9 Millionen mit Gigabit-Geschwindigkeiten und niedrigen Latenzen ausbauen würde.

²⁴⁸ Vgl. FCC (2018): Connect America Fund Phase II Auction Scheduled for July 24, 2018 – Notice and Filing Requirements and Other Procedures for Auction 903. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.fcc.gov/document/fcc-takes-final-steps-next-phase-rural-broadband-expansion-1>

²⁴⁹ Vgl. FCC (2019): FCC proposes establishing \$20.4 billion rural digital opportunity fund, press release, elektronisch verfügbar unter: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-358831A1.pdf>

²⁵⁰ Ein Haushalt gilt im Rahmen dieses Programms als einkommensschwach, wenn das Haushaltseinkommen höchstens 35% über der Armutsgrenze liegt (\$16.682 im Jahr 2019 für einen Single-Haushalt), oder der Haushalt ein staatliches Hilfsprogramm wie Medicaid in Anspruch nimmt.

plan liegen bei 2 GB im Monat, im Festnetz gibt es eine Geschwindigkeitsanforderung von 18 Mbit/s im Download.²⁵¹

Trotz Vorhandensein öffentlicher Förderung, ist der Breitbandausbau durch staatliche bzw. kommunale Unternehmen in weiten Teilen der USA stark eingeschränkt. Eine Studie von Broadband Now listet 25 Bundesstaaten auf, die den kommunalen Breitbandausbau behindern (bspw. durch hohe bürokratische Hürden) oder sogar ganz verbieten.²⁵²

Im (Vor-)Wahlkampf zur US-Präsidentschaftswahl 2020 wurde das Thema Breitbandversorgung durch den demokratischen Bewerber Bernie Sanders auf die Agenda gebracht. Dieser fordert neben einer Reform des Universal Service Fund auch die Stärkung des kommunalen Breitbandausbaus. Über den sogenannten „Green New Deal“ sollen öffentliche Breitbandnetze mit \$150 Milliarden gefördert werden. Außerdem soll mithilfe des Wettbewerbsrecht gegen Monopolstellungen auf dem Netzbetreibermarkt vorgegangen werden.²⁵³

Eine Besonderheit des US-amerikanischen Festnetzmarktes ist das verbreitete Vorhandensein von Datenobergrenzen („data caps“), die man in Europa eher aus dem Mobilfunk kennt. Comcast hat etwa ein data cap von 1 Terabyte pro Monat. Dies bietet zusätzliche Einnahmemöglichkeiten für die Anbieter, da Nutzer bspw. für \$10 50 zusätzliche Gigabyte Datenvolumen oder für \$50 die Obergrenze in einem Monat komplett aufheben können.²⁵⁴ Charter darf seit dem Kauf von Time Warner Cable als Auflage keine Datenobergrenzen anwenden, bei AT&T gilt für DSL-Tarife eine Obergrenze von 150 Gigabyte im Monat. Der durchschnittliche amerikanische Kabelnutzer verbraucht über 250 Gigabyte, 4,1 % erreichen sogar das Terabyte.²⁵⁵

Der immer stärkere Datenhunger (der durchschnittliche Kabelkunde erhöht sein verbrauchtes Volumen um aktuell 40 % pro Jahr), resultiert insbesondere aus dem Phänomen des „cord cuttings“, also des Konsumierens von Videoinhalten nicht mehr über TV-Sender, sondern über Streamingangebote. Charter meldet, dass die Kunden, die dort Internet, aber kein TV-Produkt buchen, durchschnittlich über 400 Gigabyte Daten im Monat herunterladen.²⁵⁶

²⁵¹ Siehe: <https://www.fcc.gov/consumers/guides/lifeline-support-affordable-communications>

²⁵² Dabei handelt es sich um Arkansas, Missouri, Nebraska, Pennsylvania, Texas und Washington. Vgl. Chamberlain, K. (2019): Municipal Broadband Is Roadblocked Or Outlawed In 25 States. Elektronisch verfügbar unter: <https://broadbandnow.com/report/municipal-broadband-roadblocks/>

²⁵³ Vgl. berniesanders.com (2019): High-Speed Internet for All. Elektronisch verfügbar unter: <https://berniesanders.com/issues/high-speed-internet-all/>

²⁵⁴ Vgl. Bode, K. (2019): Americans' Increasing Data Use Is on a Collision Course with Data Caps. Elektronisch verfügbar unter: https://www.vice.com/en_us/article/bj9n3z/americans-increasing-data-use-is-on-a-collision-course-with-data-caps

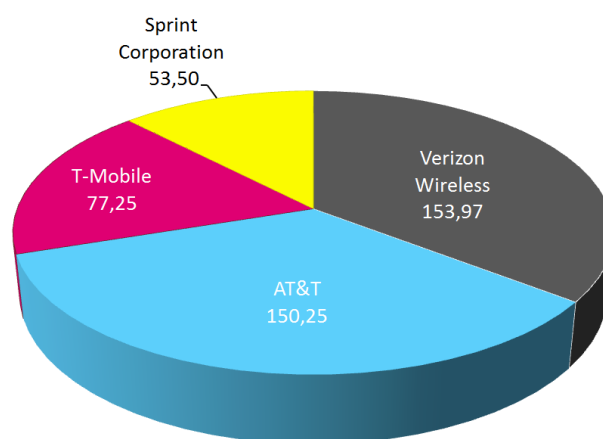
²⁵⁵ Vgl. Brodtkin, J. (2019): Terabyte-using cable customers double, increasing risk of data cap fees. Elektronisch verfügbar unter: <https://arstechnica.com/information-technology/2019/01/terabyte-using-cable-customers-double-increasing-risk-of-data-cap-fees/>

²⁵⁶ Vgl. Brodtkin, J. (2019): Charter data use "rising rapidly" as cord cutters average 400GB a month. Elektronisch verfügbar unter: <https://arstechnica.com/information-technology/2019/05/charter-data-use-rising-rapidly-as-cord-cutters-average-400gb-a-month/>

Mobilfunk

Auf dem Mobilfunkmarkt in den USA sind 4 Mobilfunknetzbetreiber aktiv. Führender Netzbetreiber ist Verizon Wireless mit 153,97 Millionen Kunden (Stand 2018), gefolgt von AT&T mit 150,25 Millionen Kunden. T-Mobile, eine Tochter der Deutschen Telekom, ist der drittgrößte Anbieter mit rund 77,25 Millionen Kunden. Der viertgrößte Betreiber ist die Sprint Corporation mit 53,5 Millionen Kunden.²⁵⁷

Abbildung 3-11: Anzahl der Mobilfunkkunden nach Anbietern in den USA, 2018
(in Mio.)



Quelle: WIK basierend auf Daten von Statista.

Zu einer größeren Disruption im US-amerikanischen Mobilfunkmarkt kommt es durch die Fusion von T-Mobile und Sprint.

Als Auflage für die Genehmigung des Zusammenschluss muss Sprint sein Prepaid-Geschäft sowie Frequenzspektrum für insgesamt 5 Milliarden Dollar an den Satelliten-TV-Betreiber Dish verkaufen, der bereits eigenes Spektrum hält, dieses bis dato aber kaum nutzt. Darüber hinaus erhält Dish die Möglichkeit, das Netz von T-Mobile US für einen Zeitraum von sieben Jahren mit zu nutzen. Bis dahin wird Dish mutmaßlich ein eigenes Netz aufbauen und zum vierten Mobilfunknetzbetreiber werden.²⁵⁸ Die

²⁵⁷ Vgl. Statista (2019): Number of subscribers to wireless carriers in the U.S. from 1st quarter 2013 to 3rd quarter 2018, by carrier (in millions). Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.statista.com/statistics/283507/subscribers-to-top-wireless-carriers-in-the-us/>

²⁵⁸ Vgl. Welch, C. (2019): Dish reportedly reaches deal with T-Mobile and Sprint to become the new fourth major US carrier. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.theverge.com/2019/7/24/20708411/dish-tmobile-sprint-carrer-merger-assets-spectrum-boost>

Ernsthaftigkeit dieser Pläne und inwieweit das Angebot von Dish schnell konkurrenzfähig sein wird, war ein Streitpunkt im Gerichtsverfahren um die Fusion.²⁵⁹

Die hochwertigen Frequenzen im 28 GHz und im 24 GHz Frequenzband wurden in den USA im Januar bzw. im Mai 2019 vergeben. In Summe wurden etwa 2,7 Milliarden Dollar für die Frequenzen bezahlt.²⁶⁰ Insbesondere in diesen hohen Frequenzbereichen wurde Spektrum durch die FCC freigemacht.²⁶¹ In niedrigeren Frequenzbereichen soll unter anderem Spektrum im 2,5 GHz-Band genutzt werden.²⁶² Vorher war Kritik laut geworden, dass das in den USA für 5G vergebene Spektrum zu geringe Reichweiten erlaube, da es zu kurzweilig sei.²⁶³

Drei der vier Mobilfunknetzbetreiber in den USA haben schon mit der 5G Vermarktung gestartet. Verizon war im Oktober 2018 der erste Anbieter, in vier US-Städten kann 5G als Alternative zum Festnetz-Internet gebucht werden.²⁶⁴ Diese Fixed Wireless Anwendungen sind der erste konkrete Use Case für 5G beim Endkunden, da sie höhere Bandbreiten als vergleichbare 4G-Lösungen bereitstellen. Seit April 2019 gibt es auch entsprechende Endgeräte und Verträge mit denen 5G mobil auf Smartphones genutzt werden kann.²⁶⁵ AT&T hat Ende 2018 den Rollout von 5G in einer zweistelligen Anzahl an Städten begonnen, erstmal auch für mobile Router, inzwischen gibt es auch dort 5G-fähige Smartphones.²⁶⁶ Sprint ist Mitte 2019 mit 5G in einigen Städten an den Start gegangen, T-Mobile US Ende letzten Jahres.²⁶⁷

Anwendungen, die ohne 5G-Technologie nicht möglich wären, werden aktuell von den Netzbetreibern als Pilotprojekte vorangetrieben. Schon Anfang 2019 wurde das Klinikum der Chicagoer Rush University per 5G ans Netz gebracht.²⁶⁸ Im September 2019 vernetzte AT&T das Footballstadion der Dallas Cowboys mit 5G, um Nutzern von

259 Vgl. Brandom, R.; Kelly, M. (2019): T-Mobile's merger trial has been all about Dish. In: theverge.com, 20.12.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.theverge.com/2019/12/20/21031299/t-mobile-sprint-merger-trial-dish-5g-state-lawsuit>

260 Vgl. Reichert, C. (2019): FCC raises \$2 billion in second 5G spectrum auction. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.cnet.com/news/fcc-raises-2-billion-in-second-5g-spectrum-auction/>

261 Vgl. 5G Observatory Report (2019), S. 72-73.

262 Vgl. Shepardson, D. (2019): FCC votes 3-2 to auction key 2.5 GHz spectrum band for 5G. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.reuters.com/article/us-usa-wireless/fcc-votes-3-2-to-auction-key-25-ghz-spectrum-band-for-5g-idUSKCN1U522C>

263 Vgl. Segan, S. (2019): Trump's FCC Is Auctioning the Wrong 5G Spectrum. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.pcmag.com/news/367777/trumps-fcc-is-auctioning-the-wrong-5g-spectrum>

264 Vgl. Statt, N. (2019): Verizon will launch 5G home internet service starting October 1st. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.theverge.com/2018/9/11/17847640/verizon-5g-first-home-broadband-internet-service-installations-october-1>

265 Vgl. 5G Observatory (2019): Verizon's commercial 5G network went live. Elektronisch verfügbar unter: <https://5gobservatory.eu/verizons-commercial-5g-network-went-live/>

266 Vgl. 5G Observatory (2019): AT&T mobile 5G service launching on the 21st of December. Elektronisch verfügbar unter: <https://5gobservatory.eu/att-mobile-5g-service-launching-on-the-21st-of-december/>

267 Vgl. Wireless Estimator (2019): T-Mobile cancels 5G upgrades and new builds nationwide, possibly crippling some contractors. Elektronisch verfügbar unter: <https://wirelessestimator.com/articles/2019/t-mobile-cancels-5g-upgrades-and-new-builds-nationwide-possibly-crippling-some-contractors/>

268 Vgl. Musil, S. (2019): AT&T is creating a 5G hospital. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.cnet.com/news/at-t-partners-on-5g-enabled-hospital-effort/>

5G-fähigen Smartphones die Möglichkeit zu geben, sich z.B. Statistiken als Augmented Reality-Einblendungen direkt live auf dem Feld anzeigen zu lassen.²⁶⁹ Ein weiteres Pilotprojekt von AT&T ist die Abdeckung der Universität von Miami mit 5G, die z.B. die Einbindung von Kunstgegenständen in VR und AR für Studenten der Kunstgeschichte ermöglichen soll.²⁷⁰ Auch die Netzausrüster sind an einer hohen Adoption von 5G interessiert und starten eigene Tests. So soll die neue „Smart Factory“ von Ericsson in Lewisville, Texas, Anfang 2020 eröffnet werden und einen hohen Automatisierungsgrad durch ein 5G-Netz ermöglichen.²⁷¹

269 Vgl. AT&T (2019): AT&T Reinvents the Live Sports Experience. Elektronisch verfügbar unter: https://about.att.com/story/2019/5g_at_att_stadium.html

270 Vgl. Neuwahl Tannen, J. (2019): 5G to fuel research and academic pursuits at the University of Miami. Elektronisch verfügbar unter: <https://news.miami.edu/stories/2019/11/primed-for-the-next-generation-of-technology.html>

271 Ericsson (2019): Ericsson selects Lewisville, Texas, for company's first 5G smart factory in the United States. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/en/press-releases/6/2019/ericsson-selects-lewisville-texas-companys-first-5g-smart-factory-united-states>

4 Angebots- und nachfrageseitige Einflussfaktoren bezüglich der Entwicklungen im Festnetz

In den vorangegangenen Länderfallstudien haben wir wesentliche Indikatoren zu den nationalen Festnetzmärkten erhoben. Diese sind in Tabelle 4–1 als Übersicht über alle betrachteten Ländern dargestellt.

Im Folgenden gehen wir näher auf die einzelnen Indikatoren und ihre Ausprägungen in den betrachteten Ländern ein. Hierbei geht es zum einen darum herauszuarbeiten, wie Deutschland im Vergleich zu den übrigen Benchmark-Kandidaten abschneidet. Zum anderen soll festgestellt werden, ob Erklärungsmuster und Zusammenhänge zu beobachten sind, aus denen sich Schlussfolgerungen und Empfehlungen ableiten lassen.

Tabelle 4-1: Übersicht über wesentliche Indikatoren im Festnetz²⁷²

	Angebotsseitige Faktoren				Nachfrageseitige Faktoren		
	NGA-Verfügbarkeit (≥30 Mbit/s) in Haushalten	HFC-Verfügbarkeit in Haushalten	FTTB/H-Verfügbarkeit in Haushalten	Durchschnittlich gemessene Download-geschwindigkeit (in Mbit/s)	Anteil der Haushalte mit Festnetz-Breitbandanschluss	Anteil der Haushalte mit Breitbandkabelanschluss	Anteil der Haushalte mit FTTB/H-Anschluss
Dänemark	95%	69%	61%	117,2	82%	27%	26%
Deutschland	88%	64%	9%	77,0	82%	19%	3%
Frankreich	59%	28%	38%	127,1	73%	11%	12%
Japan	97%	58%	97%	95,3	96%	16%	75%
Niederlande	100%	95%	35%	104,6	97%	45%	17%
Schweden	86%	37%	72%	123,8	78%	13%	52%
Schweiz	99%	84%	30%	139,4	95%	29%	18%
Spanien	88%	49%	77%	118,5	77%	12%	44%
Südkorea	99%	70%	99%	165,8	99%	16%	80%
Vereinigte Staaten	94%	88%	25%	129,7	77%	48%	11%
Vereinigtes Königreich	95%	50%	4%	64,3	93%	18%	2%
Durchschnitt	91%	63%	50%	114,8	86%	23%	31%

Quellen: EU und Regulierungsbehörden (Verfügbarkeiten), 2018; Ookla/Speedtest.net (Geschwindigkeit), 2019; EU, OECD, ITU sowie darauf aufbauende WIK-Berechnung (Haushalte mit Festnetz-Breitbandanschluss und verwendete Technologien), 2018 (2016 für Japan, 2017 für USA)

²⁷² Aufgrund fehlender Daten keine Berücksichtigung von China.

4.1 Infrastruktur und Angebot

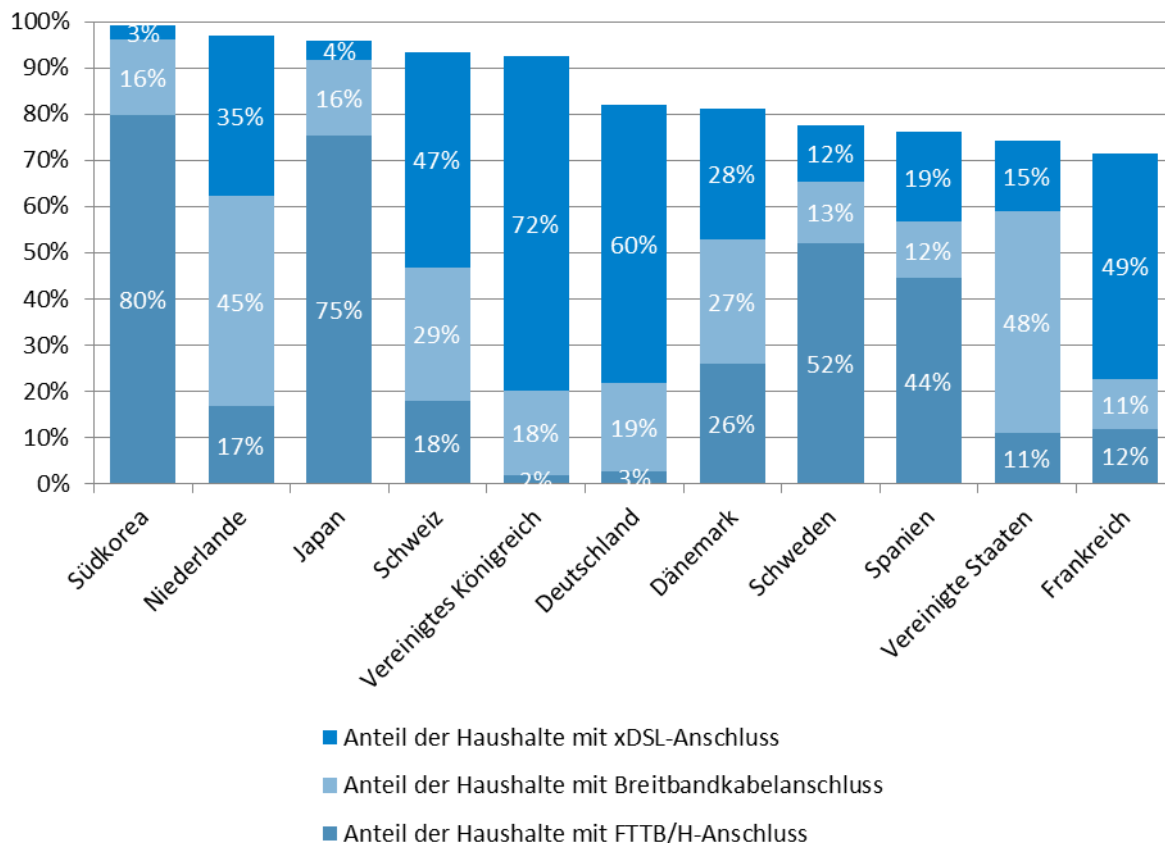
In allen betrachteten Ländern sehen wir beim Breitbandausbau aktuell einen Fokus auf FTTB/H-Infrastrukturen. In Ländern mit einer hohen oder sehr hohen Glasfaserabdeckung ist eine Verlangsamung bei der Erschließung der noch nicht mit Glasfaser versorgten Haushalte zu beobachten, die darauf zurückzuführen ist, dass die Versorgung der am wenigsten dicht besiedelten Gebiete besonders kostspielig, langwierig und häufig nur im geförderten Ausbau realisierbar ist.

Der länderübergreifende Fokus auf FTTB/H besteht in dieser Form erst seit kurzem, zuvor waren durchaus unterschiedliche Strategien beim Versuch des schnellen Erreichens hoher Bandbreiten im Festnetz zu beobachten, die sich in den Verfügbarkeiten der verschiedenen Übertragungstechnologien in den betrachteten Ländern niederschlagen. Während in einigen Ländern die bestehenden kupferbasierten Anschlussnetze zunächst überwiegend mit VDSL/Vectoring ausgebaut wurden (UK, Deutschland), wurde in anderen Ländern direkt in FTTB/H-Netze investiert. Ursächlich hierfür sind u.a. Unterschiede bei

- den Ausbaurkosten für FTTB/H,
- der Leistungsfähigkeit und Qualität der Kupfernetzinfrastruktur,
- den Leitungslängen zwischen Kabelverzweigern und Gebäuden,
- der Nachfrage und Zahlungsbereitschaft,
- den Strategien der Marktteilnehmer,
- den regulatorischen Rahmenbedingungen und
- den Förderbedingungen.

Die Analyse zeigt die unterschiedliche Relevanz der verschiedenen Breitbandtechnologieplattformen. Im Vereinigten Königreich, Frankreich und Deutschland wird weiterhin die Mehrheit der Breitbandanschlüsse über xDSL-Technologie realisiert, in den übrigen betrachteten Ländern basieren jeweils mindestens 50 % der Teilnehmeranschlüsse auf (potentiell) gigabitfähigen HFC- und FTTB/H-Infrastrukturen.

Abbildung 4-1: Breitbandanschlüsse auf Haushaltsebene im Festnetz nach Zugangstechnologie, 2018



* Aufgrund fehlender Daten keine Berücksichtigung von China.

Quelle: WIK basierend auf Daten der OECD (2018) und eigenen Berechnungen.

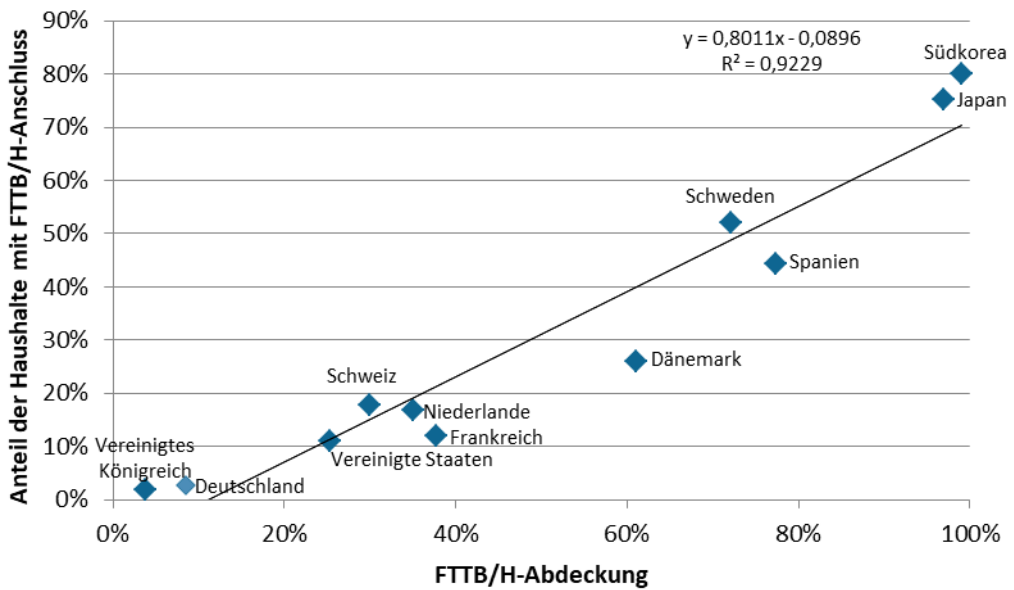
Mit Blick auf die Abdeckung und Nutzung gigabitfähiger Infrastrukturen haben die Länder profitiert, in denen in der Vergangenheit HFC-Infrastrukturen ausgebaut worden sind, da deren Aufrüstung weniger kostenintensiv ist als die Neuverlegung von Glasfaser.

Es ist zu beobachten, dass in Ländern mit einer Quasivollabdeckung mit FTTB/H wie Korea und Japan die Zahl der Kabelkunden im Zeitablauf rückläufig ist. In Dänemark plant mit TDC der erste Anbieter mit umfangreichen Kabelnetzen diese mit Glasfaser zu überbauen und dann abzuschalten. Dies könnte daran liegen, dass die Endkunden in sehr weit entwickelten Breitbandmärkten mit hohen Ansprüchen an Bandbreiten, Symmetrie und Qualität Anbieter mit leistungsstärkeren FTTB/H-Netzen gegenüber Breitbandkabelanbietern bevorzugen. Entsprechend kann es aufgrund der wachsenden Ansprüche der Nachfrager für Kabelnetzbetreiber erforderlich werden, die Glasfaser in

ihren Netzen noch näher zu den Endkunden zu führen und selbst zu Glasfaseranbietern zu transformieren. Hinzu kommt, dass das lineare Fernsehen, welches für viele Kabelnetzbetreiber weiterhin eine relevante Umsatzquelle darstellt, zunehmend an Relevanz verliert und sich damit der Handlungsdruck auf die Kabelnetzbetreiber erhöht.

Der Vergleich von FTTB/H-Verfügbarkeit und -Take-up legt nahe, dass die Kunden bei einer hohen FTTB/H-Verfügbarkeit auch tatsächlich FTTB/H-Anschlüsse nachfragen. Diese Beobachtung weist darauf hin, welche hohe Relevanz es offensichtlich hat, wenn sich die Bemühungen bei der Massenvermarktung auf FTTB/H-Anschlüsse konzentrieren, was gerade bei national tätigen Anbietern häufig erst dann der Fall ist, wenn eine hinreichende Anzahl an Haushalten erschlossen ist. Gleichzeitig fällt auf, dass die durchschnittliche Nachfrage dem Angebot in einigen der von uns betrachteten 12 Länder dem Angebot hinterherhinkt. Diese ist in Abbildung 4-2 durch eine diagonale Gerade gekennzeichnet. Es fällt auf, dass in Frankreich die Take-Up Rate von FTTB/H unterproportional ist. Gleiches gilt für Spanien und Dänemark, während in Schweden und der Schweiz der FTTB/H-Take-up vergleichsweise hoch ist.

Abbildung 4-2: Anteil der mit FTTB/H erschlossenen Haushalte und der gebuchten FTTB/H-Anschlüsse



4.2 Einflussfaktoren auf die Ausbaugeschwindigkeit

Auf Tiefbaukosten entfallen bis zu 80–90 % an den gesamten Kosten des FTTB/H-Ausbaus.²⁷³ Wesentliche Parameter in diesem Kontext sind die Verlegemethoden im Zusammenspiel mit der Bodenbeschaffenheit. Darüber hinaus spielt auch die Topographie für die Ausbaukosten eine relevante Rolle.

Oberirdische Verlegung

In Ländern wie Japan, Südkorea und Spanien werden Glasfasern überwiegend oberirdisch verlegt, was sowohl kostengünstig als auch vergleichsweise schnell möglich ist. In Deutschland gibt es zu oberirdischer Verlegung nur wenige Projekte, obwohl alleine der TDG rund 3 Mio. Masten zur Verfügung stehen, die grundsätzlich für eine oberirdische Verlegung in Betracht kommen könnten.²⁷⁴ Durch oberirdische Verlegung sind, wenn vorhandene Masten und Aufhängungen genutzt werden können, Einsparungen von 70 % bis 85 % gegenüber der konventionellen Grabenverlegung möglich.²⁷⁵ Ein Austauschen der Leitungen ist aus Witterungsgründen zumeist nach 12-15 Jahren nötig.²⁷⁶ Da davon auszugehen ist, dass innerhalb eines solchen Zeitraums Möglichkeiten entstehen, im Rahmen von anderweitigen Baumaßnahmen die Kabel unter die Erde zu bringen, muss eine oberirdische Verlegung zu einem späteren Zeitpunkt keine signifikanten Folgekosten für eine unterirdische Verlegung nach sich ziehen.

Unterirdische Verlegung

Beim Tiefbau ist die Bodenbeschaffenheit einer der wesentlichen Punkte, von denen die Methode des Bauverfahrens abhängt. Grundsätzlich erleichtern weichere Böden das Verlegen unterirdischer Kabel, was die Ausbaukosten reduziert. Durch die (Mit-)Nutzung bestehender Leerrohre, Gräben und anderer Infrastruktur können kosten- und zeitsparende Effekte erzielt werden. Ohne diese Nutzung bestehender Rohre oder auch eine oberirdische Verlegung sind umfassende Tiefbauarbeiten nötig. In diesem Bereich sind die Kapazitäten jedoch knapp.²⁷⁷

²⁷³ Vgl. Jay, S.; Neumann, K-H.; Plückerbaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbau und sein Subventionsbedarf. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 359.

²⁷⁴ Vgl. Wagner, G. von (2018): Oberirdische Glasfaserleitungen noch schneller zum Kunden. In: blog.telekom. 04.09.18. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/glasfaser-holzmasten-anschlussbox-538154>

²⁷⁵ Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau. Studie von WIK-Consult für den BREKO. Elektronisch verfügbar unter: [https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie - Erfolgsfaktoren FTTB-FTTH-Ausbau.pdf](https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf)

²⁷⁶ Vgl. Breitband.NRW (2017): Alternative Verlegemethoden für den Glasfaserausbau – Hinweise für die Praxis. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.gigabit.nrw.de/images/PDFs/Leitfaden/alternative-verlegemethoden-fuer-den-glasfaserausbau.pdf>

²⁷⁷ Vgl. Wernick, C.; Tenbrock, S.; Gries, C.; Henseler-Unger, I.; Plückerbaum, T. (2018): Tiefbaukapazitäten als Engpass für den FTTB/H-Ausbau? Empfehlungen zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung für den Markt und die öffentliche Hand. Studie von WIK-Consult für den BREKO Bundesverband Breitbandkommunikation e.V. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2018/WIK-Tiefbaustudie.pdf>

Es fällt auf, dass in einigen Ländern (Spanien, Asien) enorme Zuwachsraten bei der Zahl der mit FTTB/H erschlossenen Haushalte erreicht werden konnten. In diesem Zusammenhang spielt ebenfalls die Wahl der Verlegungsmethode sowie das Vorhandensein und der Zugang zu Leerrohren eine wichtige Rolle. Gleichzeitig setzt dies eine schnelle Genehmigungspraxis der betroffenen Kommunen und Kreise²⁷⁸ und das Vorhandensein ausreichender Bau- und Materialkapazitäten voraus. Letztere stellen in den betrachteten Länder einen geringeren Engpassfaktor als in Deutschland dar.

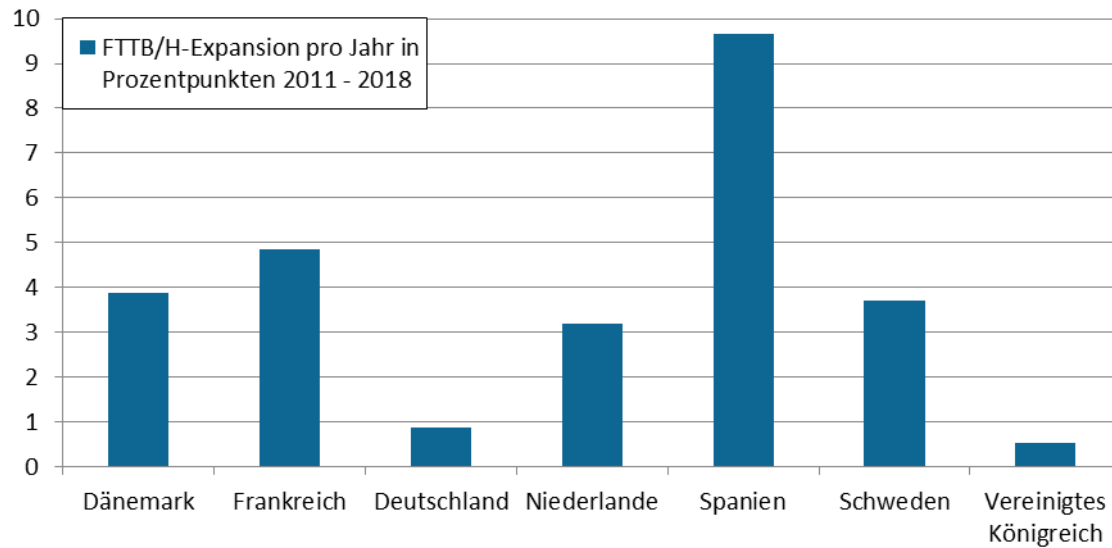
Einen sehr schnellen Ausbau kann Spanien verzeichnen. Hier wuchs die Zahl der mit FTTB/H-erschlossenen Haushalte zwischen 2011 und 2018 um durchschnittlich 9,7 % p.a.. Auch in Frankreich sehen wir ein starkes durchschnittliches Wachstum von 4,9%. Da in Dänemark und Schweden im Jahr 2011 bereits knapp unter bzw. über 40 % der Haushalte mit FTTB/H erschlossen waren, lagen die Wachstumsraten in diesen Ländern im Betrachtungszeitraum bei 3,9 bzw. 3,7 %. In Deutschland und in UK, wo sich der Ausbau zwischen 2011 und 2018 hingegen stark auf FTTC konzentriert hat, betrug die durchschnittliche Expansion 0,9 bzw. 0,5 % p.a. Zuletzt ist jedoch eine Dynamisierung des FTTB/H-Ausbaus in Deutschland zu beobachten. So stieg die FTTB/H-Verfügbarkeit von Mitte 2018 auf Mitte 2019 um 2 Prozentpunkte (von 8,5% auf 10,5% der Haushalte)²⁷⁹ und im zweiten Halbjahr 2019 um weitere 1,3 Prozentpunkte.²⁸⁰

278 Sofern diese in vergleichbarem Maße wie in Deutschland etabliert ist.

279 Vgl. Digital Agenda Key Indicators der EU-Kommission

280 Siehe https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/breitband-verfuegbarkeit-ende-2019.pdf?__blob=publicationFile

Abbildung 4-3: Durchschnittliche Expansion der FTTB/H-Verfügbarkeit auf Haushaltsebene



Quelle: WIK basierend auf Daten der EU.

4.3 Internetnutzung im Festnetz

Der globale Datenverkehr im Fest- und Mobilfunknetzen steigt aktuell jedes Jahr um mehr als 25 % an.²⁸¹ Neben immer mehr Internetnutzern in Entwicklungsländern wird dies auch von der immer größeren Verbreitung von datenintensiven Diensten wie Videostreaming in den entwickelten Ländern getrieben. 2018 wurden in Deutschland knapp über 100 GB pro Monat pro Festnetzanschluss abgewickelt.²⁸² Andere Länder liegen deutlich über diesem Wert, etwa Dänemark mit mehr als 180 GB pro Haushalt pro Monat.²⁸³

Da ein Großteil des Internetverkehrs aktuell auf Videodienste entfällt²⁸⁴, kann ein unterschiedlich hoher Nutzungsgrad dieser Dienste einen großen Unterschied im Datenverkehrsaufkommen eines Landes machen. Der Anteil der Nutzer von Online-Videodiensten unter den gesamten Internetnutzern lag 2018 in einigen Staaten bei über 90 %, in Deutschland bei 81 %. Dies beeinflusst auch die Datennutzung in den entsprechenden Ländern. Der relativ geringe Anteil der Videonutzer im hochvernetzten Japan (77 %) ist womöglich durch die relativ alte Bevölkerung zu erklären.

281 Vgl. Cisco (2019): Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022 White Paper. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html>

282 Vgl. Bundesnetzagentur (2019): Jahresbericht 2018. Elektronisch verfügbar unter:

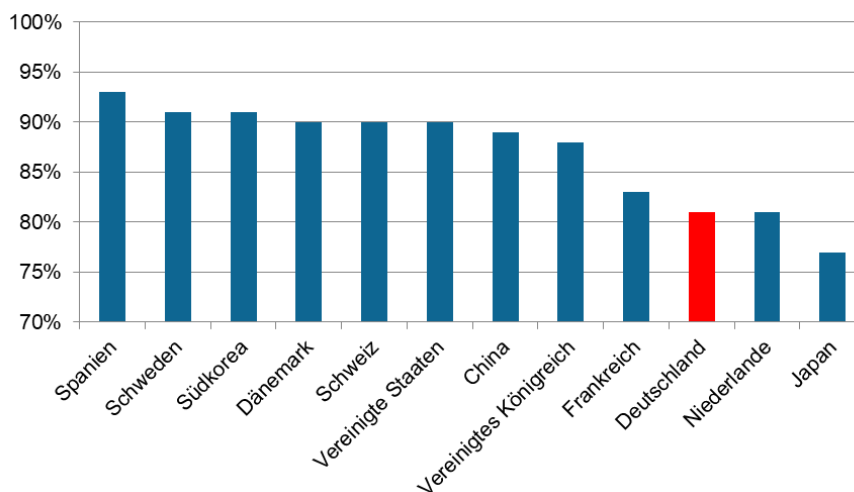
<https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2019/JB2018.html>

283 Vgl. Energistyrelsen (2019): Telestatistiken. Elektronisch verfügbar unter:

<https://ens.dk/ansvarsomraader/telepolitik/tal-paa-teleomraadet>

284 Cisco schätzt in seinem Visual Networking Index, dass sich der Anteil des für Internet Video (ohne IPTV) aufgewendeten Datenvolumens am gesamten weltweiten Internettraffic von 55% in 2017 auf 71% in 2022 erhöhen wird. Siehe: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html>

Abbildung 4-4: Anteil der Internetnutzer, die online Videos konsumieren, 2018



Quelle: WIK basierend auf Daten des Globalwebindex via datareportal.com.

Ein Effekt, der einen großen Einfluss auf den starken Anstieg des Video-Internetverkehrs hat, ist das sogenannte „cord cutting“, also die Praxis immer weniger traditionelles (Pay-)TV via Satellit, Kabel oder Antenne zu konsumieren und stärker auf über das Internet übertragene Videoinhalte (z.B. Netflix, Amazon Video, YouTube) zu setzen. Schon 2017 sah Cisco einen 72 % höheren Datenkonsum bei Haushalten, die „cord cutting“ betreiben.²⁸⁵ In den USA schon länger prävalent, wird dieses Phänomen in Europa als sehr heterogen und von den Gegebenheiten der nationalen Märkte abhängig beschrieben.²⁸⁶

Ein Treiber, der auf die Breitbandnutzung in Europa in zunehmendem Maße wirken könnte, ist die Verlagerung von Premium-Sportrechten auf Internetplattformen wie DAZN und Amazon Prime. So wurde jüngst bekannt, dass die Fußball Champions League in Deutschland ab der Saison 2021/2022 zu großen Teilen nur noch über die beiden o.g. Online-Videoportale ausgestrahlt wird.²⁸⁷ Gleiches gilt für die Fußball Europameisterschaft im Jahr 2024, an der sich MagentaTV die exklusiven Rechte gesichert hat.²⁸⁸

²⁸⁵ Vgl. Cisco (2019): Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022 White Paper. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html>

²⁸⁶ Vgl. European Audiovisual Observatory (2019): Pay AV services in Europe – The state of play. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.obs.coe.int/de/web/observatoire/home/-/asset_publisher/9iKCxBYgiO6S/content/europe-is-not-cord-cutting-right-across-the-board?_101_INSTANCE_9iKCxBYgiO6S_viewMode=view/

²⁸⁷ <http://www.quotenmeter.de/n/114422/champions-league-ab-2021-bei-dazn-und-amazon-was-bedeutet-das-fuer-die-fussballfans>

²⁸⁸ <https://www.horizont.net/medien/nachrichten/jetzt-offiziell-deutsche-telekom-sichert-sich-exklusive-tv-rechte-fuer-fussball-em-2024-178464>

Über Crowdsourcing gemessene Ist-Internetgeschwindigkeiten im Festnetz-Breitband weisen typischerweise in Ländern, in denen eine hohe Verfügbarkeit und Nutzung von FTTB/H- und Kabelbreitbandanschlüssen beobachtbar ist, die höchsten Werte aus. Dies hat einerseits kapazitative Gründe, da entsprechende Anschlussnetze höhere Bandbreiten ermöglichen.²⁸⁹ Zum anderem fokussieren die Anbieter von besonders leistungsfähigen Zugängen ihre Vermarktungsaktivitäten in der Tendenz auch auf deutlich höhere Bandbreiten. So haben reine FTTB/H-Anbieter häufig keine Bandbreiten unter 100 Mbit/s mehr im Portfolio, teilweise liegt der Einstiegstarif sogar noch deutlich höher.²⁹⁰ Auch die Zuverlässigkeit, mit der die beworbene Geschwindigkeit den Endkunden erreicht, ist bei FTTB/H höher als bei kupfer- und kabelbasierten Anschlüssen, insbesondere wenn es sich um Point-to-Point-Infrastrukturen handelt.²⁹¹

Ein Blick auf Daten von Internet-Geschwindigkeitsmessungen²⁹² bei Endnutzern untermauert diese Hypothese. Im Vereinigten Königreich und Deutschland, wo die Incumbents eher auf FTTC setzen, liegen diese mit durchschnittlichen Geschwindigkeiten deutlich unter 100 Mbit/s klar hinter Vorreitern wie Südkorea zurück.

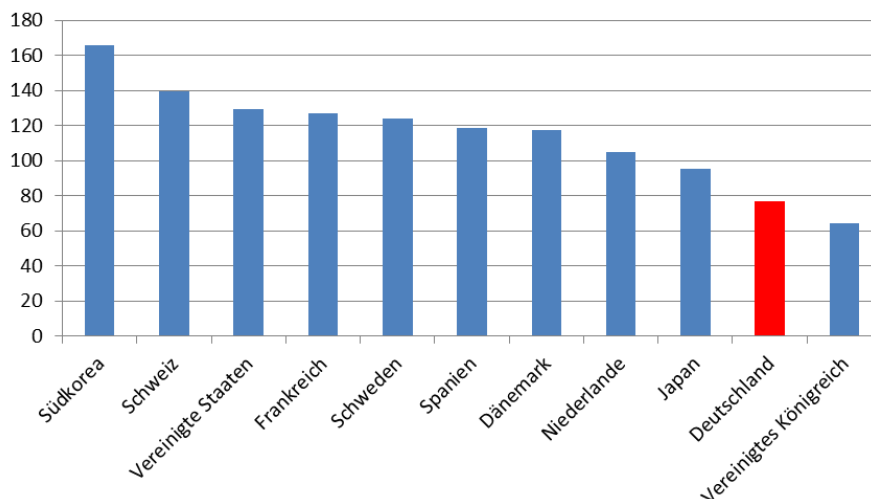
289 Gleichwohl können die gemessenen Bandbreiten auch bei potentiell gigabitfähigen Netzen in der Praxis deutlich niedriger liegen, bspw. wenn sich mehrere Nutzer die vorhandene Bandbreite aufgrund der shared-medium Charakteristika mancher Übertragungstechnologien teilen oder wenn Kapazitätsengpässe im Backhaul bestehen.

290 Als anekdotisches Beispiel kann hier der deutsche reine FTTB/H-Anbieter Deutsche Glasfaser dienen, der Stand November 2019 für Neukunden keine Anschlüsse unter 300 Mbit/s im Download (150 Mbit/s im Upload) mehr vertreibt. Siehe: <https://www.deutsche-glasfaser.de/tarife/>

291 Vgl. Fibre-Systems.com (2018): FTTH Council Europe calls for end to misleading fibre advertising. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.fibre-systems.com/news/ftth-council-europe-calls-end-misleading-fibre-advertising>

292 Die Daten basieren auf Geschwindigkeitsmessungen von Speedtest.net (Ookla), die mit mehr als 7000 Servern in über 190 Ländern weltweit Nutzergeschwindigkeiten messen. Damit ein Land im Ranking auftaucht müssen im entsprechenden Monat mindestens 300 Messungen unterschiedlicher Nutzer aus dem entsprechenden Land durchgeführt worden sein, bei den größeren Ländern sind es jedoch deutlich mehr. Insgesamt wurden in den 13 Jahren seit Ookla Messungen durchführt über 26 Milliarden Speedtests durchgeführt. Siehe: <https://www.speedtest.net/global-index/about>

Abbildung 4-5: Gemessene Internetgeschwindigkeit im Festnetz in Mbit/s, Oktober 2019



Quelle: WIK basierend auf Daten von Speedtest.net.

Auffallend ist, dass die durchschnittlichen Geschwindigkeiten in Japan vergleichsweise gering sind, obwohl in Japan die große Mehrheit der Endkunden FTTB/H-Anschlüsse nutzt. Da in Japan überwiegend Produkte mit Geschwindigkeiten von 1 Gbit/s und mehr vermarktet werden, könnte dies ein Indiz dafür sein, dass die in Japan genutzten Netzinfrastrukturen aktuell an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen. Die Ursache hierfür kann dabei sowohl in den Anschluss- als auch in den Backhaulinfrastrukturen liegen.

Neben der reinen Geschwindigkeit des Internetanschlusses sind auch niedrige Latenzzeiten für viele zukünftige Anwendungen von hoher Relevanz. Ein Anwendungsfeld sind cloudbasierte Gaming-Anwendungen, bei denen Spielinhalte direkt aus dem Internet gestreamt werden und die Spieldateien nicht mehr auf dem Endgerät des Nutzers installiert sind²⁹³ oder E-Health-Anwendungen, bei denen Patienten von Ärzten in Echtzeit überwacht und ggf. auch fernbehandelt werden können. Auch Videokommunikation, etwa für Arbeitnehmer im Home Office, bedarf geringer Latenzzeiten.

FTTB/H-Netzarchitekturen bieten niedrigere Latenzen als DSL- oder Kabelnetze, weshalb sie insbesondere in ländlichen Gegenden, in denen noch mehr Anwendungsfälle, z.B. für E-Health, als im städtischen Raum existieren, wichtig sind.²⁹⁴

²⁹³ Der prominenteste Anbieter eines solchen Services ist Google mit Google Stadia. Der Anbieter arbeitet ebenfalls an Möglichkeiten Latenzzeiten auf technischem Wege zu reduzieren, siehe:

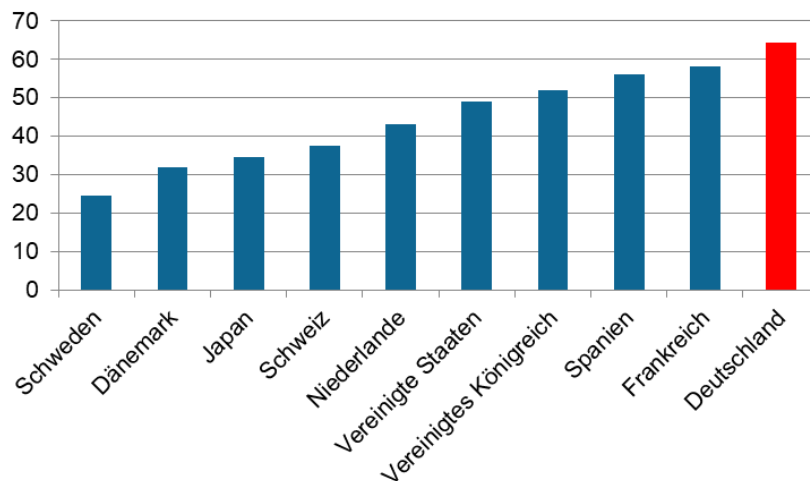
<https://www.pcgamer.com/google-says-stadia-will-be-faster-than-local-gaming-hardware-in-two-years/>

²⁹⁴ Vgl. Godlovitch, I. et al. (2018): The Benefits of Ultrafast Broadband Deployment. Studie von WIK-Consult für Ofcom, elektronisch verfügbar unter:

https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0016/111481/WIK-Consult-report-The-Benefits-of-Ultrafast-Broadband-Deployment.pdf

Da es keine aussagekräftigen internationalen Vergleichsdaten zur Latenz im Festnetz gibt²⁹⁵ und diese in unterschiedlichen Quellen auch unterschiedlich definiert ist²⁹⁶, ist es schwer, eine Aussage über die Latenz in den vorhandenen Netzen in den verschiedenen Ländern zu treffen. Einen gewissen Rückschluss kann die in Geschwindigkeitsmessungen ermittelte Paketumlaufzeit (Round Trip Time) bieten, die die Zeit angibt, die ein Datenpaket benötigt, um von der Quelle zum Ziel und wieder zurück zu kommen.²⁹⁷ Diese kann ein Indikator für die Latenz sein (je nach Definition von Latenz), ist mit dieser jedoch nicht gleichzusetzen bzw. aus dieser einfach herzuleiten, unter anderem da es eine asymmetrische Latenz zwischen „Hin- und Rückweg“ eines Pakets geben kann.²⁹⁸ Ein Vergleich der Paketumlaufzeiten zeigt jedoch sehr niedrige Werte für die skandinavischen Länder, während diese in Deutschland eher hoch sind.

Abbildung 4-6: Gemessene Paketumlaufzeit²⁹⁹ (Round Trip Time) in ms, 2019



Quelle: WIK basierend auf Daten des M-Lab.³⁰⁰

²⁹⁵ Einzig die britische Regulierungsbehörde Ofcom misst systematisch die Latenz in den Netzen der verschiedenen Anbieter des Vereinigten Königreichs im Home Broadband Report, siehe:

https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0020/147332/home-broadband-report-2018.pdf

²⁹⁶ Ofcom definiert im Home Broadband Report Latenz als die Zeit die ein Datenpaket bis zu einem Drittserver benötigt und wieder zurück. Andere Quellen sprechen nur von einem Weg bis zum Ziel (ohne Rückweg), siehe: <https://www.ip-insider.de/was-ist-latenz-latency-a-832695/>

²⁹⁷ <https://www.computerweekly.com/de/definition/Round-Trip-Time-RTT-Paketumlaufzeit>

²⁹⁸ <https://www.callstats.io/blog/what-is-round-trip-time-and-how-does-it-relate-to-network-latency>

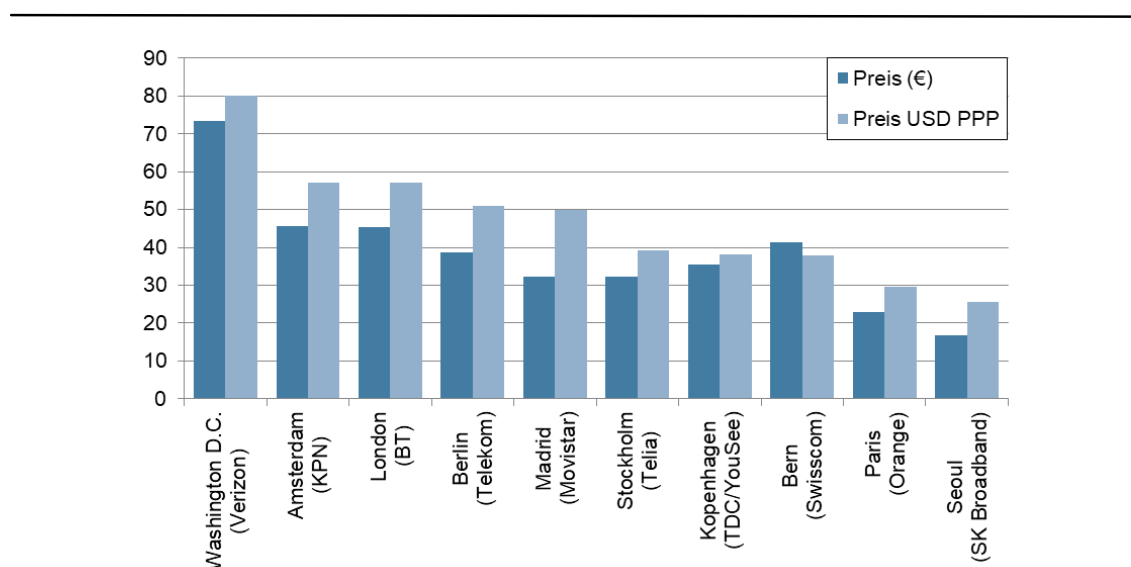
²⁹⁹ Südkorea wurde aufgrund einer geringen Anzahl an Messungen nicht aufgenommen.

³⁰⁰ <https://www.measurementlab.net/>

4.4 Endkundenpreise und Zahlungsbereitschaften

Auch bei der Nachfrage und Zahlungsbereitschaft gibt es Unterschiede. In Anbetracht der unterschiedlichen Entwicklungsgrade in puncto Technologieverfügbarkeit haben wir die um Kaufpreisparitäten korrigierten Preise für einen Double Play 100 Mbit/s-Anschluss miteinander verglichen. (vgl. Abbildung 4-7).

Abbildung 4-7: Preise für einen Double Play 100 Mbit/s-Anschluss in ausgewählten Metropolen, September 2019³⁰¹



Quelle: WIK.

Die Preise beziehen sich auf das Produkt MagentaZuhause L der TDG mit einer Geschwindigkeit von 100/40 Mbit/s und unbeschränkter Datennutzung sowie auf vergleichbare Produkte der Marktführer/Incumbents in den anderen betrachteten Ländern.³⁰² Entsprechend stellen diese einen marktgängigen, aber nicht unbedingt den niedrigsten Preis dar. Sie verstehen sich mit Verrechnung von Sonderaktionen und Neukundenrabatten auf die Mindestvertragslaufzeit sowie ohne Bündelrabatte, Installationskosten oder möglicherweise anfallende Routermieten.

Als Geschwindigkeit wurde 100 Mbit/s (unabhängig von der verwendeten Technologie) im Download zugrunde gelegt, inkl. Telefonie. Während die Preise in Washington und Seoul deutlich abweichen, sind diese in den europäischen Ländern in etwa auf ver-

³⁰¹ Da keine Leitung mit 100 Mbit/s zur Auswahl stand, wurde im Falle von Orange eine 300/300 Mbit/s- (günstigste Glasfaserleitung) und im Falle der Swisscom eine 200/200 Mbit/s-Leitung zugrunde gelegt. Der Preis in den USA versteht sich ohne etwaige Gebühren und Abgaben. Laut Website von Verizon kann mit Gebühren in Höhe von etwa \$13,27 pro Monat gerechnet werden.

³⁰² Für Japan und China wurden aufgrund fehlender Transparenz keine Daten erhoben.

gleichbarem Niveau. Deutschland nimmt hierbei einen Platz im Mittelfeld ein, wobei zu beachten ist, dass es sich um ein xDSL-basiertes Produkt und nicht, wie in den meisten anderen Hauptstädten, um ein glasfaserbasiertes Produkt mit ggf. besseren qualitativen Eigenschaften, z.B. in puncto Latenzzeiten oder Uploadraten, handelt.

Die günstigsten Preise bei gängigen Bandbreiten werden in Deutschland über Kabel-Internet bereitgestellt; sofern es dem Nutzer zur Verfügung steht, liegt das Preisniveau teilweise mehr als 30 % unter dem Wert beim xDSL-Incumbent.³⁰³ Der Aufpreis, den der Incumbent in Deutschland gegenüber solchen alternativen Angeboten realisieren kann, ist höher als in anderen Ländern. Grundsätzliche Befunde, wie das äußerst hohe Preisniveau in den USA, mittlere Preisniveaus etwa in Skandinavien und günstiges Festnetz-Breitband bspw. in Frankreich oder Südkorea, werden in weiteren Studien bestätigt.³⁰⁴

4.5 Exkurs: Einflussfaktoren auf den FTTB/H Ausbau in Europa³⁰⁵

Im Rahmen eines Exkurses haben wir mögliche Einflussfaktoren auf den Ausbau von FTTB/H in Europa mittels einer ökonometrischen Analyse untersucht im Zeitraum 2011-2017 untersucht.³⁰⁶ Dies dient der Identifikation struktureller Faktoren, die für den FTTB/H-Ausbau von hoher Bedeutung sind. Im Rahmen unserer Analyse haben wir sowohl die Veränderungen im Zeitverlauf (Within-Variation), also den zusätzliche Ausbau von FTTB/H-Anschlüssen in den betrachteten Ländern sowie die Unterschiede zwischen den Ländern (Between-Variation) untersucht. Beide können durch unterschiedliche Ursachen hervorgerufen werden und somit unterschiedliche Erklärungsansätze für den zu beobachtenden FTTB/H-Ausbau liefern.

Mit Blick auf die Veränderungen im Zeitablauf zeigen unsere Analysen, dass sich die Bevölkerungsdichte erwartungsgemäß positiv auf den FTTB/H-Ausbau auswirkt. Je höher diese ist, desto größer sind die Zuwachsraten. Mit Blick auf die Auswirkungen der Kabelabdeckung auf die jährlichen Änderungsraten des FTTB/H-Ausbaus ergibt sich ein glockenförmiger Zusammenhang, der in Abbildung 4-8 dargestellt ist. Aufgrund des nicht-linearen Zusammenhangs steigt mit zunehmender Kabelabdeckung der FTTB/H-Ausbau zunächst an und erreicht bei 0.5 sein Maximum. Danach verlangsamt sich das Tempo wieder, wobei der Zusammenhang zwischen beiden Größen im positiven

303 Vergleich der Produkte Red Internet & Phone 100 Cable von Vodafone und MagentaZuhause L der Telekom am 09.12.19. Zweijahresvertrag mit gemietetem WLAN-Router inkl. aller zu diesem Zeitpunkt laufenden Boni und Aktionen. Durchschnittspreis Vodafone pro Monat: 25,40Euro; Durchschnittspreis Telekom pro Monat: 38,51Euro

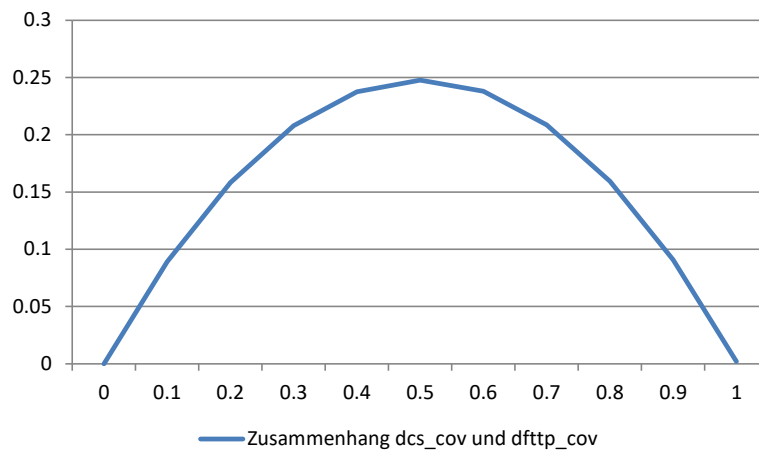
304 Vgl. EU-Kommission (2019): Fixed Broadband Prices in Europe 2018. Elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/fixed-broadband-prices-europe-2018>

305 Eine ausführliche Darstellung des Vorgehens und der empirischen Ergebnisse findet sich im Anhang der Studie.

306 In den Originärdaten und der ausführlichen Darstellung des Vorgehens und der empirischen Ergebnisse im Anhang ist von Fibre to the premise (FTTP) die Rede. Hierunter werden FTTB und FTTH-Anschlüsse verstanden

Bereich verbleibt. Dies bedeutet, dass der größte Zuwachs an FTTB/H-Abdeckung bei einer Kabelabdeckung von 50% erreicht wird.

Abbildung 4-8: Zusammenhang zwischen Kabelabdeckung und FTTB/H-Ausbau



Quelle: WIK.

Die Ergebnisse sollten vor dem Hintergrund der Ausbaurkosten und der „relativen“ Marktmacht der Kabelnetzbetreiber interpretiert werden. Verfügen die Kabelnetze nur über eine sehr geringe Abdeckung, spielen diese für die Ausbaustrategie der Telekommunikationsanbieter und insbesondere des Incumbents nur eine untergeordnete Rolle. Daher wird der Ausbau im Zweifelsfall auf Regionen konzentriert werden, die nicht mit Kabelnetzen erschlossen sind und daher ein größeres Endkundenpotential aufweisen. Mit wachsender Netzabdeckung gewinnen die Kabelnetzbetreiber als Wettbewerber hingegen an strategischer Bedeutung, was den beobachteten Anstieg bis zu seinem Peak bei einer Kabelabdeckung von 50% erklärt. Ab diesem Punkt gewinnen die Ausbaurkosten als Entscheidungsfaktor an Relevanz. In der Regel sind die Kabelnetze insbesondere in Gebieten mit einer hohen Bevölkerungsdichte (und damit geringen Ausbaurkosten) ausgerollt worden. In diesen Gebieten ist ein kommerzieller Ausbau durch zwei Anbieter eher darstellbar als in halbstädtischen oder ländlichen Gebieten mit einer geringen Bevölkerungsdichte.³⁰⁷ Vor diesem Hintergrund ist zu erwarten, dass Telekommunikationsanbieter ab einer gewissen Bevölkerungsdichte von einem parallelen Ausbau Abstand nehmen, da dieser kommerziell nicht darstellbar ist, weswegen ab einer Kabelabdeckung von 50% der Effekt wieder schwächer wird.

³⁰⁷ Diesen Zusammenhang zeigt für Deutschland auch eine aktuelle Studie des WIK zum Ausbau von parallelen Glasfaserinfrastrukturen, vgl. Braun, M.R.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Ockenfels, M. (2019): Parallele Glasfaserausbauten auf Basis von Mitverlegung und Mitnutzung gemäß DigiNetzG als Möglichkeiten zur Schaffung von Infrastrukturwettbewerb, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 456, Bad Honnef, Dezember 2019.

Schließlich dürfte auch eine Rolle spielen, dass in einigen der Länder, die über umfangreiche Kabelnetzinfrastrukturen verfügen (z.B. Belgien, UK), die Telekommunikationsnetze (zunächst) über FTTC aufgerüstet worden sind, was in der Variable FTTB/H nicht erfasst wird. Dies erklärt auch die Unterschiede zu anderen Studien die auf den FTTx (d.h. FTTB/H/S/C) und nicht nur auf den FTTB/H-Ausbau rekurrieren.³⁰⁸

Wie oben bereits ausgeführt, ist der alleinige Blick auf die Veränderung über die Zeit aufgrund des kurzen Betrachtungszeitraumes und der in einigen Ländern zu Beginn bereits deutlich höheren FTTB/H-Abdeckung als in anderen Ländern zu kurz gegriffen, um die im Sample enthaltenen Informationen vollständig auszuwerten. Daher kommt zusätzlich ein Between Schätzer zum Einsatz. Auf Basis des Suchalgorithmus konnten das um die Kaufkraftparitäten-bereinigte Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, die Abdeckung mit FTTC sowie die Kabelabdeckung als Einflussfaktoren identifiziert werden.

Das Bruttoinlandsprodukt wirkt sich erwartungsgemäß positiv auf den FTTB/H-Ausbau aus. Es besteht eine positive Korrelation mit der Bevölkerungsdichte, so dass sie implizit den darin enthaltenen Informationsgehalt zum Teil mitabbildet. Im Rahmen der BE-Schätzung beinhaltet das Bruttoinlandsprodukt jedoch einen besseren Erklärungsgehalt als die Bevölkerungsdichte.³⁰⁹ Dies bedeutet, dass das BIP pro Kopf für den FTTB/H-Ausbau von höherer Relevanz als die Bevölkerungsdichte ist.

Im Gegensatz zur Betrachtung über die Zeit ist für die Unterschiede zwischen den Ländern neben der Abdeckung mit DOCSIS auch die FTTC-Abdeckung relevant. Während die Abdeckung mit Kabel den FTTB/H-Ausbau weiterhin positiv beeinflusst, wirkt sich die Abdeckung mit FTTC negativ aus. Je höher die FTTC-Abdeckung in einem Land ist, desto geringer fällt das Ausbautempo mit FTTB/H in diesem Land aus, was auf eine Substitutionsbeziehung zwischen FTTC und FTTB/H bzgl. des Breitbandausbaus schließen lässt. Während DOCSIS – zumindest bis zu einem gewissen Grad – den Ausbau befördert, senkt die Verfügbarkeit von FTTC die Ausbauaktivitäten für FTTB/H.

Dieser Trend dürfte insbesondere drei Faktoren geschuldet sein. Zum einen ist davon auszugehen, dass Unternehmen die in FTTC investiert haben, ihre Investitionen zunächst amortisieren möchten und daher Folgeinvestitionen in FTTB/H möglichst in die Zukunft verschieben. Darüber hinaus dürfte im Betrachtungszeitraum auch der nachfrageseitige Druck für Folgeinvestitionen für FTTC-Anbieter eher gering gewesen sein. Schließlich ist zu beobachten, dass in den Ländern, in denen der Incumbent im Betrachtungszeitraum eine FTTC-Strategie verfolgt hat, FTTB/H-Ausbauten durch

³⁰⁸ Vgl. z.B. Queder, F.; Stronzik, M.; Wernick, C. (2019): Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTX-Infrastrukturen in Europa, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 442, Bad Honnef, Juni 2019

³⁰⁹ Wird die Bevölkerungsdichte zusätzlich als Erklärungsvariable aufgenommen, bleiben die Ergebnisse nahezu unverändert, wobei die Bevölkerungsdichte insignifikant ist.

alternative Anbieter wenn überhaupt eher regional konzentriert in kleinerem Umfang und nicht in großer Skalierung auf nationaler Ebene stattgefunden haben.

4.6 Zwischenfazit

Unsere Analyse zeigt, dass in Deutschland im Vergleich mit den anderen benachbarten Ländern überproportional viele Kunden noch xDSL Anschlüsse nutzen. Dies hat verschiedene Ursachen: Zunächst ist die FTTB/H-Verfügbarkeit in Deutschland (noch) gering. Der Fokus der Ausbauaktivitäten der TDG und vieler Wettbewerber lag in den letzten Jahren auf FTTC. Da die TDG und ihre national tätigen alternativen Wettbewerber aufgrund der geringen Abdeckung mit FTTB/H nur einen kleinen Teil der Bevölkerung mit entsprechenden Breitbandprodukten versorgen können, wird FTTB/H von den großen Anbietern mit umfangreichen Marketing- und Vertriebsbudgets auch kaum beworben, was die Nachfrage zumindest nicht befördert. Schließlich kommt hinzu, dass dort wo die Kunden über Zugänge zu mit Vectoring und Supervectoring aufgerüsteten Kupfernetzen verfügen, aktuell (noch) wenig nachfrageseitiger Druck für die Bereitstellung sehr hoher Bandbreiten besteht.

Gleichwohl weisen die Vertriebserfolge regional tätiger Glasfaseranbieter wie auch die der Kabelnetzbetreiber darauf hin, dass in Deutschland auch sehr schnelle Bandbreiten vermarktet werden können. Die zwar steigende aber im Vergleich weiterhin unterdurchschnittliche FTTB/H Take-up Rate lässt sich insbesondere durch die geringe Take-up Rate des Incumbents erklären. In Summe sehen wir daher keine Indizien, dass die Nachfrage nach FTTB/H in Deutschland grundsätzlich geringer ist als in anderen Ländern. Auch das Preisniveau für Festnetzbreitband bewegt sich auf vergleichbarem Niveau wie im europäischen Durchschnitt.

Die geringe FTTB/H-Durchdringung in Deutschland ist in Teilen strukturell bedingt. Der vergleichsweise gute Zustand der Kupferinfrastruktur hat in Kombination mit relativ kurzen Leitungslängen die FTTC-Ausbastrategie des Incumbents erst ermöglicht. Hinzu kommt, dass aufgrund fehlender Leerrohrinfrastrukturen, strengen Vorgaben bei der Wahl der Verlegemethoden, z.T. langfristigen Genehmigungsverfahren, Ressourcenengpässen beim Tiefbau und einem vergleichbar hohen Anteil von Haushalten im ländlichen Raum die Ausbaurkosten für FTTB/H in Deutschland überproportional hoch sind. Die Investitionen in FTTC wurden schließlich auch durch regulatorische Entscheidungen und die Förderpolitik bis zum Jahr 2018 begünstigt. Das Kalkül war hierbei, in einem überschaubaren Zeitraum für einen relativ großen Teil der Bevölkerung qualitative Verbesserungen beim Festnetzbreitbandzugang zu erreichen.

Auffällig ist, dass sich mit Dänemark und Schweden zwei Länder bei der FTTB/H-Nutzung und Verfügbarkeit in der Spitzengruppe positionieren konnten, die aufgrund ihrer Topographie und Besiedlungsstruktur nicht unbedingt hierfür prädestiniert erscheinen. In beiden Ländern hat der FTTB/H-Ausbau relativ früh begonnen. In beiden

Ländern haben kommunale Unternehmen oder bürgernahe Initiativen beim Ausbau eine wichtige Rolle gespielt. Befördert wurde der Ausbau zusätzlich durch ein vergleichsweise starkes Engagement und Interesse der Bevölkerung, was sich in hohen Zahlungsbereitschaften bei den Anbindungskosten (Schweden) und der weiten Verbreitung von Genossenschaftsmodellen beim FTTB/H-Ausbau (Dänemark) niederschlägt. Am vergleichbarsten mit Deutschland erscheint die Entwicklung im Vereinigten Königreich, wo durch den Incumbent ebenfalls eine FTTC-Strategie verfolgt wurde und sich der Fokus wie in Deutschland jetzt auch in Richtung FTTB/H verschiebt. In Anbetracht dieser Ergebnisse gehen wir in den Kapitel 8.1 und 8.2 detaillierter auf die Erfahrungen in UK und Dänemark ein.

5 Angebots- und nachfrageseitige Einflussfaktoren auf die nationalen Mobilfunkmärkte

In Tabelle 5-1 haben wir die in Kapitel 3 erhobenen Indikatoren zu den nationalen Mobilfunkmärkten gegenübergestellt.

Im Folgenden gehen wir näher auf die einzelnen Indikatoren ein.

Tabelle 5-1: Übersicht über wesentliche Indikatoren des Mobilfunkmarktes³¹⁰

	Angebotsseitige Faktoren				Nachfrageseitige Faktoren	
	Anzahl der Netzbetreiber	4G-Abdeckung der Haushalte durch mind. 1 Netzbetreiber	Auf Endgeräten gemessene zeitliche Verfügbarkeit von 4G	Gemessene durchschnittliche Geschwindigkeit (4G, in Mbit/s)	Anzahl der mobilen Breitbandanschlüsse je 100 Einwohner	Durchschnittliche Datennutzung (pro mobilem Breitbandanschluss pro Monat)
Dänemark	4	100%	89%	34,6	135,7	7,64 GB
Deutschland	3	98%	77%	22,6	82,8	2,55 GB
Frankreich	4	99%	80%	25,2	88,5	5,64 GB
Japan	4	99%	96%	33,0	172,3	4,32 GB
Niederlande	3	100%	93%	42,4	116,2	2,58 GB
Schweden	4	100%	91%	30,8	124,4	7,32 GB
Schweiz	3	99%	90%	35,2	94,6	6,09 GB
Spanien	4	100%	87%	24,8	98,4	2,83 GB
Südkorea	3	99%	98%	52,4	112,6	6,49 GB
Vereinigte Staaten	4	100%	90%	21,3	144,4	5,39 GB
Vereinigtes Königreich	4	100%	85%	21,7	99,5	3,36 GB
Durchschnitt	-	99%	89%	31,3	115,4	4,93 GB

Quellen: EU und Regulierungsbehörden (Anzahl Netzbetreiber, Haushaltsabdeckung), 2018; Opensignal (Zeitliche Verfügbarkeit von 4G, Geschwindigkeit), 2019; OECD (Anzahl Anschlüsse, Datennutzung), 2018.

³¹⁰ Aufgrund fehlender Datenpunkte und einer mangelnden Vergleichbarkeit werden die Werte für China nicht in Tabelle 5-1 ausgewiesen.

5.1 Infrastruktur und Abdeckung

5.1.1 5G-Ausbau

Der schnelle kommerzielle Launch von 5G in einigen Staaten hat auch Branchenexperten überrascht. So wurde der Forecast von Ericsson bzgl. der Anzahl der genutzten 5G-Endgeräte für die Jahre 2019 und 2020 stark nach oben korrigiert. Während man im November 2018 noch von einer Markteinführung von 5G in 2020 ausging, geht eine im November 2019 veröffentlichte Studie für das Jahr 2019 bereits von 160 Millionen genutzten 5G-Endgeräten (ohne IoT) aus. Wesentlicher Treiber ist der schnelle und zielgerichtete 5G-Ausbau in China.³¹¹

Ein wichtiger Unterschied zwischen den verschiedenen Ländern besteht bei den für 5G genutzten Frequenzen. In Europa wird bei den aktuellen kommerziellen Angeboten in erster Linie der Frequenzbereich 3,4 bis 3,8 GHz genutzt.³¹² Im hochfrequenten Bereich wurde das Spektrum von 24,25 bis 27 GHz als Pionierband ausgewiesen.³¹³ In anderen Ländern, etwa in Asien, aber insbesondere auch in den USA, werden die höheren Frequenzen schon genutzt. In den USA implementieren die beiden großen Anbieter Verizon und AT&T ihre ersten 5G-Zellen mit Millimeterwellen (28 GHz und 39 GHz), was hohe Bandbreiten, aber geringe Reichweiten bedeutet.³¹⁴ T-Mobile US geht hingegen einen anderen Weg und nutzt noch niedrigere Frequenzen als die europäischen Staaten. T-Mobile startete sein 5G-Netz Ende 2019 im 600 MHz-Frequenzband, das insbesondere eine relativ hohe Reichweite je Zelle verspricht.³¹⁵

In Europa haben eine niedrige zweistellige Zahl von Anbietern bisher 5G-Netze in Betrieb genommen (Stand: September 2019).³¹⁶ Diese operieren jedoch noch nicht „standalone“, sondern setzen auf das bestehende 4G-Netz auf³¹⁷; ein Start in allen EU-

311 Vgl. Ericsson (2018): Ericsson Mobility Report – November 2018. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/491e34/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-november-2018.pdf> sowie Ericsson (2019): Ericsson Mobility Report – November 2019. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.ericsson.com/4acd7e/assets/local/mobility-report/documents/2019/emr-november-2019.pdf>

312 5G Observatory (2019): 5G Observatory Quarterly Report 5. S. 35. Elektronisch verfügbar unter:

http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/10/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-5_final.pdf

313 Vgl. EU-Kommission (2019): Durchführungsbeschluss (EU) 2019/784 der Kommission vom 14. Mai 2019 zur Harmonisierung des Frequenzbands 24,25-27,5 GHz für terrestrische Systeme, die drahtlose breitbandige elektronische Kommunikationsdienste in der Union erbringen können. Elektronisch verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D0784&from=EN>

314 Siehe: <https://www.verizon.com/about/our-company/5g/what-frequency-5g>

315 Vgl. Wirtschaftswoche Online (2019): T-Mobiles Kampfansage an die Konkurrenz, 03.12.19.

Elektronisch verfügbar unter: <https://www.wiwo.de/unternehmen/it/5g-netz-fuer-die-ganze-usa-t-mobiles-kampfansage-an-die-konkurrenz/25295514.html>

316 <http://5gobservatory.eu/observatory-overview/5g-scoreboards/>

317 Non-standalone 5G, dass auf 4G aufsetzt bietet deutlich höhere Bandbreiten als 4G. In dieser Ausbauvariante konzentriert sich 5G auf die Nutzerebene, während auf der Kontrollebene (z.B. bei der Standortidentifikation des Nutzers) weiterhin 4G-Technologie genutzt wird. In einer Standalone Nutzung können über 5G allerdings deutlich niedrigere Latenzen und ein fortgeschrittenes Network Slicing realisiert werden.

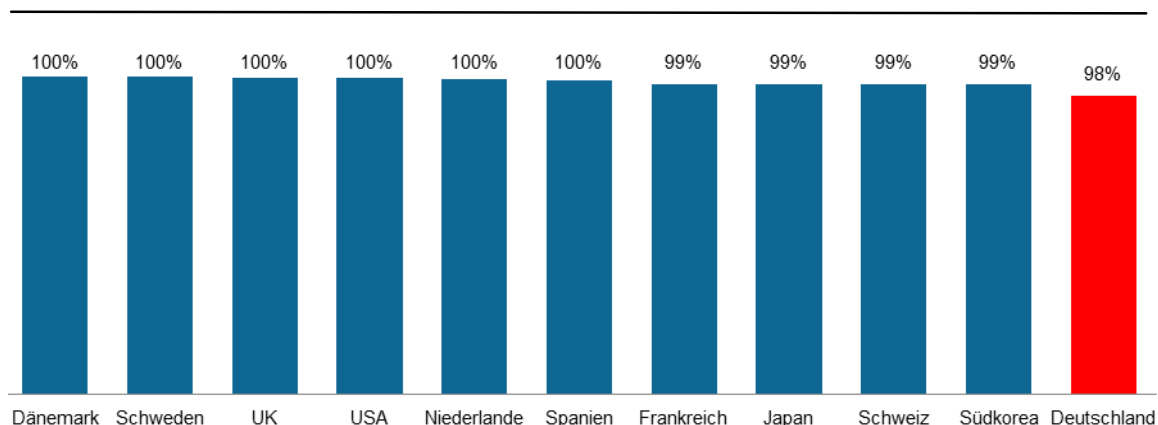
Siehe etwa <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/5G-NR-deployment-scenarios-or-modes.html> und <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/7/standalone-and-non-standalone-5g-nr-two-5g-tracks>

Mitgliedsstaaten ist bis Ende 2020 angestrebt. Generell wird es aber wahrscheinlich noch bis 2022 dauern, bis 5G auch im Standalone-Betrieb verfügbar ist.³¹⁸ Einige der Vorteile von 5G (z.B. niedrige Latenzen) sind aktuell noch im Standardisierungsprozess begriffen und daher noch nicht in den aktuellen Netzen implementiert.³¹⁹

5.1.2 4G-Netzverfügbarkeit

Bevor 5G flächendeckend verfügbar ist, werden noch einige Jahre vergehen. Bis dahin bilden LTE- bzw. 4G-Netze das Rückgrat des weltweiten Mobilfunks. Jedoch stehen auch diese Netze nicht immer und überall zur Verfügung. Der typische Weg, Mobilfunkverfügbarkeiten in offiziellen Statistiken darzustellen, ist die Abdeckung von Haushalten. Diese ist in allen untersuchten Ländern relativ hoch, insbesondere die Abdeckung der Haushalte mit dem Netz mindestens eines Mobilfunkanbieters.

Abbildung 5-1: 4G-Netzabdeckung mit mindestens einem MNO, in Haushalten, 2018 (2016 für China, Japan und Südkorea, 2017 für USA)



Quelle: WIK basierend auf Daten der EU und der FCC.

Die Haushaltsabdeckung in Abbildung 5-1 aggregiert die Verfügbarkeit aller in einem Land aktiven Netzbetreiber, d.h. es wird nicht differenziert, ob ein Haushalt nur über einen oder mehrere Netzbetreiber erreichbar ist.

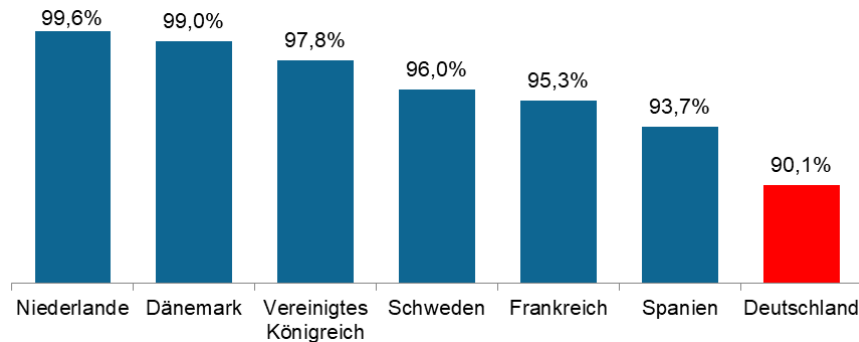
Vergleicht man die Haushaltsabdeckung der Netzbetreiber und bildet hierüber einen Durchschnitt, ergibt sich das in Abbildung 5-2 dargestellte Bild. Hier liegen die Abdeckungszahlen bezogen auf die Haushalte niedriger. Dies kann z.B. daran liegen, dass

³¹⁸ Vgl. La Rocco, N. (2019): Standalone: 5G mit allen Features soll nicht vor 2022 starten, in: computerbase.de. 15.10.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.computerbase.de/2019-10/5g-standalone-rollout-2022/>

³¹⁹ Vgl. Hill, J. (2019): Siemens installiert erstes privates Standalone-5G-Netz im Industrie-Umfeld, in: cio.de, 04.12.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.cio.de/a/siemens-installiert-erstes-privates-standalone-5g-netz-im-industrie-umfeld,3548134>

in einem Land ein kleinerer Betreiber mit vergleichsweise geringerer Abdeckung Mobilfunkdienste (zu ggfls. auch niedrigeren Preisen) anbietet. Auch ein Markt mit starken regionalen Abdeckungsunterschieden zwischen den Betreibern kann einen geringeren Abdeckungsdurchschnitt aufweisen.

Abbildung 5-2: Durchschnittliche 4G-Netzabdeckung der MNOs in einem Land, in Haushalten, 2018



Quelle: WIK basierend auf Daten der EU.

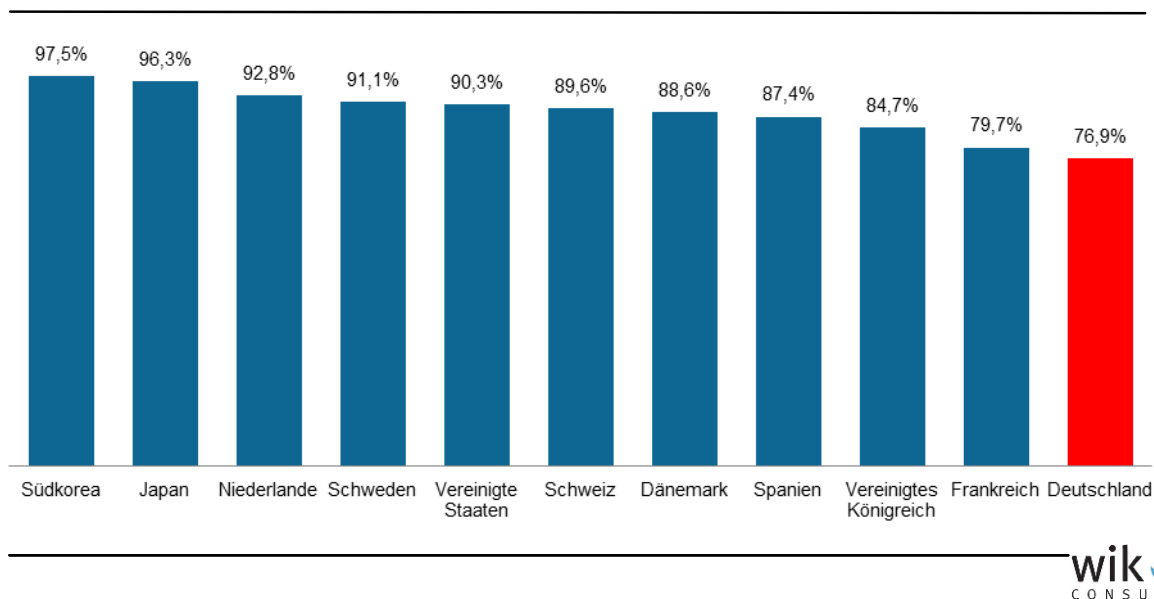
Da Mobilfunk ein nomadischer Dienst ist, der insbesondere auch außerhalb der eigenen vier Wände genutzt wird, ist auch die Abdeckung in der Fläche von Interesse. Für die von uns betrachteten Länder liegen keine vergleichbaren Daten zur Flächenabdeckung vor.

Ein alternativer Ansatz, um die Mobilfunkabdeckung zu vergleichen, besteht in der Auswertung von sogenannten Crowdsourcing-Daten. In Abbildung 5-3 ist die LTE-Netzverfügbarkeit in den von uns betrachteten Fallstudienkandidaten, gemessen am Anteil der Zeit, in dem Opensignal-Nutzern³²⁰ 4G zur Verfügung steht, dargestellt.

320 Das sind Nutzer der Opensignal-App und von ausgewählten, von Opensignal nicht näher spezifizierten, Partner-Apps. Ein Überblick über die genaue Methodologie findet sich hier:

https://www.opensignal.com/sites/opensignal-com/files/opensignal_methodology_overview_2019.pdf

Abbildung 5-3: Über Crowdsourcing gemessene LTE Netzverfügbarkeit, Stand Mai 2019



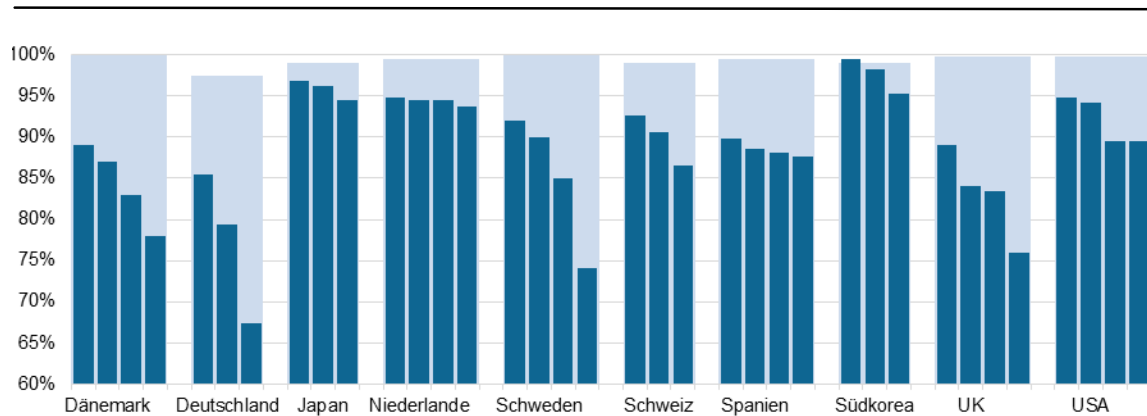
Quelle: WIK basierend auf Daten von Opensignal Daten.³²¹

Die Netzverfügbarkeit ist nicht bei allen Netzbetreibern in einem Land gleich, vielmehr gibt es auch hier erhebliche Unterschiede. Insbesondere in Ländern mit vier Mobilfunknetzbetreibern gibt es sehr häufig einen Anbieter, dessen (in Netztests gemessene) LTE-Verfügbarkeit niedriger als die der Konkurrenz ist. Dies kann für einen Nischenanbieter auch eine veritable Marktstrategie darstellen.

Es fällt auf, dass wir in Deutschland relativ große Unterschiede in der gemessenen Netzverfügbarkeit sehen, obwohl es nur drei MNOs gibt. Die LTE-Netzverfügbarkeit der TDG ist höher als die von Vodafone, die wiederum deutlich höher als die der Telefónica ist. Das nachfolgende Diagramm zeigt im Hintergrund die Netzabdeckung in Haushalten mit mindestens einem MNO (wie Abbildung 5-4), während vorgelagert die Netzverfügbarkeit nach Netztests von Opensignal auf Carrier-Basis abgebildet ist.

³²¹ https://www.opensignal.com/sites/opensignal-com/files/data/reports/global/data-2019-05/the_state_of_mobile_experience_may_2019_0.pdf

Abbildung 5-4: Über Crowdsourcing gemessene LTE-Netzverfügbarkeit nach Carriern und nationale Haushaltsabdeckung, 2019



Quelle: WIK basierend auf Daten von Opensignal³²² (dunkelblau: Verfügbarkeit), der EU und des FCC (hellblau: Abdeckung).

Die Aussagekraft von Netzmessungen über Crowdlösungen wird kontrovers diskutiert, nicht zuletzt, da diese gerne für Pauschalvergleiche hinzugezogen werden.³²³ Bei solchen Messungen, wie sie Anbieter wie Opensignal, Umlaut³²⁴ oder tutela durchführen, werden Daten aus eigenen Apps der Anbieter, aber auch Partner-Apps, gesammelt, z.B. zur Zeit, die das Endgerät ein gewisses Netz verfügbar hat oder zu Downloadgeschwindigkeiten und Latenzen. Diese werden dann aggregiert weitergenutzt. Diese Praxis wird vor allem von Vertretern der Netzbetreiber mit relativ gutem Netz kritisiert, da sie dazu einlädt, insbesondere in Medienberichten ein „einheitliches Netz“ in einem Land zu suggerieren, das es nicht gibt.³²⁵ Zu beachten ist in jedem Fall, wie viele Messpunkte es im Vergleichsland gibt und wie diese verteilt sind.

Ein weiterer, insbesondere in Deutschland relevanter Punkt für eine gefühlt schwache Netzabdeckung ist die noch relativ weite Verbreitung von Nutzern, die ein Endgerät und/oder einen Vertrag besitzen, das bzw. der nicht 4G-fähig ist und die deshalb

³²² Opensignal weist in diesem Netztest die Niederlande noch mit vier Netzbetreibern aufgrund der entsprechenden Anzeige auf Nutzerseite aus, T-Mobile NL und Tele2 NL sind jedoch vor kurzem fusioniert, siehe:

<https://www.broadbandtvnews.com/2018/11/27/european-commission-approves-merger-between-tele2-and-t-mobile-netherlands/>

³²³ So titelte beispielsweise im Dezember 2018 die WELT basierend auf einer Analyse von Crowddaten „Deutsches Netz schlechter als das in Albanien“, vgl. Welt.de (2018): Deutsches Netz schlechter als das in Albanien. 27.12.18. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.welt.de/politik/deutschland/article186160422/Mobilfunk-Studie-Deutsches-Netz-schlechter-als-das-in-Albanien.html>

³²⁴ Die Beratungsfirma Umlaut war bis Oktober 2019 unter dem Namen p3 bekannt und bietet neben Netztests über Crowdsourcing auch andere Testarten wie Testfahrten oder Walktests an.

³²⁵ Vgl. Exner, M. (2019): Über Mobilfunkvergleiche und wie sie funktionieren. In: LinkedIn.com, 13.11.19. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.linkedin.com/pulse/%C3%BCber-mobilfunkvergleiche-und-wie-sie-funktionieren-maik-exner/>

ausschließlich im 3G-Netz unterwegs sind. Laut Bundesnetzagentur befanden sich weniger als die Hälfte der aktiven SIM-Karten (ohne M2M) im ersten Quartal 2019 im LTE-Netz.³²⁶ Auch die Messungen von Opensignal zeigen, dass insbesondere Kunden mit einem theoretisch 4G-fähigen Gerät, aber ohne entsprechenden Vertrag, häufig sind. Diese Nutzer profitieren daher nicht vom LTE-Netzausbau.³²⁷ In den letzten Monaten gab es jedoch eine immer stärkere Erweiterung der Zahl der Service-Provider, deren Kunden Zugriff auf das entsprechende 4G-Netz des MNOs bekamen.³²⁸

In Summe bieten gemessene Netzverfügbarkeiten dennoch ein besseres Bild eines Mobilfunknetzes als Haushaltsabdeckungen, die oft ein Netz suggerieren, das in der Realität nicht vorhanden ist. Mobile Endgeräte werden regelmäßig nomadisch genutzt, während gerade Kunden mit Verträgen mit geringen Datenvolumina, soweit verfügbar, bei der hausinternen mobilen Datennutzung auf WLAN zurückgreifen.

Daten zur Netzabdeckung auf Flächenbasis haben ebenfalls Schwächen, da Flächen unterschiedlich stark von Menschen frequentiert und die Daten nicht in einheitlicher Form und für alle Länder erhoben werden. Alternative Netztests wie Fahrttests, bei denen Straßen abgefahren werden und mit Messgeräten im Auto oder mit Außenantennen die Netzperformance gemessen wird, können auch nur einen Teil des Nutzungsverhaltens des Durchschnittsnutzers nachbilden.

Die Analyse des Nutzererlebnisses und -empfindens durch große Mengen an crowdgesourceten Daten ist daher bis auf Weiteres von großem Wert für den Vergleich der Mobilfunknetze in verschiedenen Ländern.

Eine aktuelle Studie von WIK-Consult und umlaut³²⁹ hat die Verfügbarkeitsmessungen auf „genutzte“ Flächen extrapoliert. Mit einer Zahl zwischen 800 Millionen bis 1,6 Milliarden Stichproben pro deutschem MNO wurden etwa zwei Drittel der Fläche³³⁰ in Deutschland von den Daten erfasst. Innerhalb der erfassten Flächen wurde eine Flächenabdeckung mit LTE von etwa 90 % für die TDG, 81 % für Vodafone und 69 % für Telefónica (O₂) verzeichnet.

326 Vgl. Bundesnetzagentur (2019): Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2018/2019. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/TaetigkeitsberichtTK20182019.pdf?__blob=publicationFile&v=7

327 Vgl. Rizzato, F. (2019): Understanding why so many German smartphone users are still 3G-only. 07.11.19. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.opensignal.com/2019/11/07/understanding-why-so-many-german-smartphone-users-are-still-3g-only>

328 Vgl. Weidner, M. (2019): Vodafone öffnet LTE-Netz für Provider und Discounter. In: teltarif.de, 16.04.19. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.teltarif.de/vodafone-lte-discounter/news/76333.html> sowie Lücke, H. (2019): 1&1 startet LTE-Tarife im Vodafone-Netz. In: inside-digital.de, 15.11.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.inside-digital.de/news/1und1-lte-tarife-im-vodafone-netz>

329 Vgl. umlaut und WIK-Consult (2019): Abschlussbericht zur Versorgungs- und Kostenstudie Mobilfunk. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/versorgungs-und-kostenstudie-mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile

330 Die nicht erfassten Flächen, die rund ein Drittel der Bundesrepublik ausmachen, bestehen zu 99% aus naturbelassenen oder landwirtschaftlichen Flächen.

5.1.3 Mobilfunkerschließung im ländlichen Raum

Die Versorgungslücken in den deutschen Mobilfunknetzen sind durch die Besiedlungsstruktur und Topographie in Deutschland beeinflusst. Diese beeinflussen die Ausbaurkosten negativ. Grundsätzlich sind die Ausbaurkosten pro Nutzer in dicht besiedelten urbanen Regionen niedriger als in ländlichen Regionen. Entsprechend lassen sich stärker konzentrierte Regionen kostengünstiger und auch schneller erschließen. Von Relevanz sind darüber hinaus die Genehmigungsverfahren, welche laut Angaben von international tätigen Marktteilnehmern in Deutschland besonders aufwendig und langwierig sind. Ursächlich hierfür sind zum Teil auch stärker ausgeprägte Bedenken bezüglich der gesundheitlichen Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung, die dazu führen, dass sich die Mobilfunknetzbetreiber auf lokaler Ebene bei der Errichtung von neuen Funktürmen Widerstand ausgesetzt sehen. Schließlich könnte auch der im internationalen Vergleich geringere Umfang von Infrastruktursharing auf dem deutschen Markt eine Ursache für die vergleichsweise geringe Abdeckung sein.

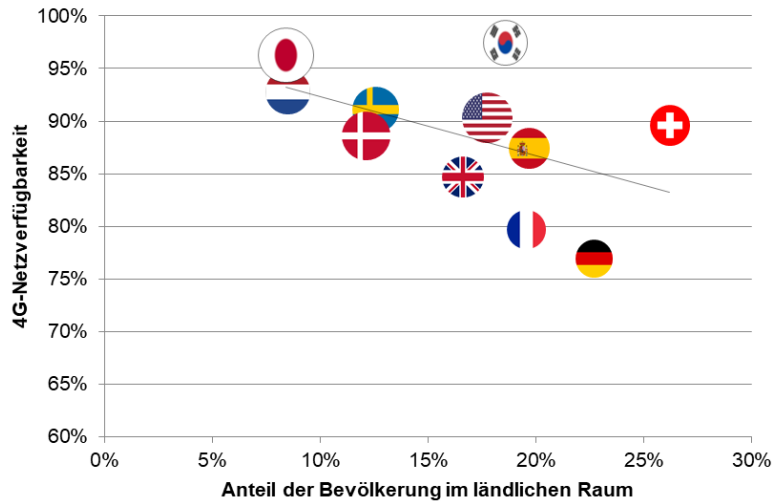
Eine gewisse Korrelation zeigt sich bei dem Vergleich von 4G-Netzverfügbarkeit und Anteil der Bevölkerung eines Landes, die im ländlichen Raum³³¹ lebt. Tendenziell ist die Netzverfügbarkeit hoch, wenn ein geringer Anteil der Bevölkerung im ländlichen Raum lebt. Bei einem größeren Bevölkerungsanteil in ländlichen Gegenden divergiert die Betrachtung stärker, so schafft es bspw. die Schweiz bei relativ viel Landbevölkerung trotzdem hohe Verfügbarkeiten zu ermöglichen, während dies in Deutschland weniger gut gelingt. Auf Nutzerdaten basierende Tests offenbaren, dass es in der Schweiz keine großen Unterschiede in den Netzverfügbarkeiten zwischen den alpinen Regionen, dem Jura und dem Mittelland gibt.³³² Es erscheint naheliegend, dass dies an der vergleichsweise hohen Dichte an Mobilfunkmasten³³³ und dem relativ weit verbreiteten Einsatz von passivem Site-Sharing liegt.

331 In diesem Falle ergibt sich der Bevölkerungsanteil im ländlichen Raum nach der Definition der Weltbank, Zitat: „Rural population refers to people living in rural areas as defined by national statistical offices. It is calculated as the difference between total population and urban population.“ Siehe: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS>; Die Berechnung mit statistischen Daten der EU und einer kleineren Länderstichprobe (ohne Japan, Südkorea, USA) zeigt einen vergleichbaren Zusammenhang.

332 Vgl. Rizzato, F. (2019): Switzerland's topography hardly impacts mobile experience. In: Opensignal.com, 09.10.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/blog/2019/10/09/switzerlands-topography-hardly-impacts-mobile-experience>

333 Vgl. https://www.onlinekosten.de/news/schweiz-und-oesterreich-bessere-mobilfunkversorgung-als-deutschland_222059.html)

Abbildung 5-5: Anteil der Bevölkerung im ländlichen Raum und 4G-Netzverfügbarkeit³³⁴



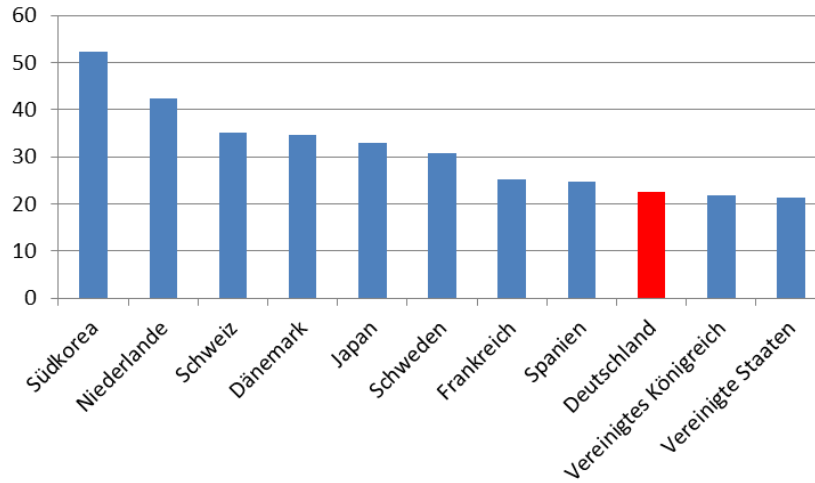
Quelle: WIK basierend auf Daten von Opensignal und der Weltbank.

5.1.4 Mobilfunkqualität und -geschwindigkeiten

Bei den erreichten Geschwindigkeiten im LTE/4G-Netz zeigen die Messungen von Opensignal von Anfang 2019, dass die durchschnittliche Geschwindigkeit der Netze in den meisten untersuchten Staaten sich im Bereich von 20–35 Mbit/s im Download bewegt; Deutschland liegt mit 22,6 Mbit/s im unteren Teil dieses Bereichs. Ausreißer nach oben sind insbesondere Südkorea und die Niederlande, während es in den betrachteten Vergleichsländern kaum Ausreißer nach unten gibt.

³³⁴ Die Größe des Ländersymbols ist proportional zum Anteil der mobilen Breitbandanschlüsse (pro 100 Einwohner) dargestellt.

Abbildung 5-6: Über Crowdsourcing gemessene LTE-Download Geschwindigkeit in Mbit/s, 2019



Quelle: WIK basierend auf Daten von Opensignal.

Ein Faktor bei auf Crowddaten basierenden Mobilfunkgeschwindigkeiten sind möglicherweise vorhandene maximale Datenraten. Während im Festnetz typischerweise über die angebotene Bandbreite differenziert wird und nicht über maximale Datenvolumina, ist dies im Mobilfunk genau umgekehrt. Dennoch gibt es einige Anbieter im unteren Preissegment (MVNOs bzw. Mobilfunkdiscounter), die den Kunden (insbesondere in Deutschland³³⁵) nicht immer die maximale Datenrate zur Verfügung stellen (dürfen). Dies ist ein Grund, warum solche Anbieter auch niedrigere gemessene Mobilfunkgeschwindigkeiten bieten als direkt beim MNO abgeschlossene Verträge.³³⁶

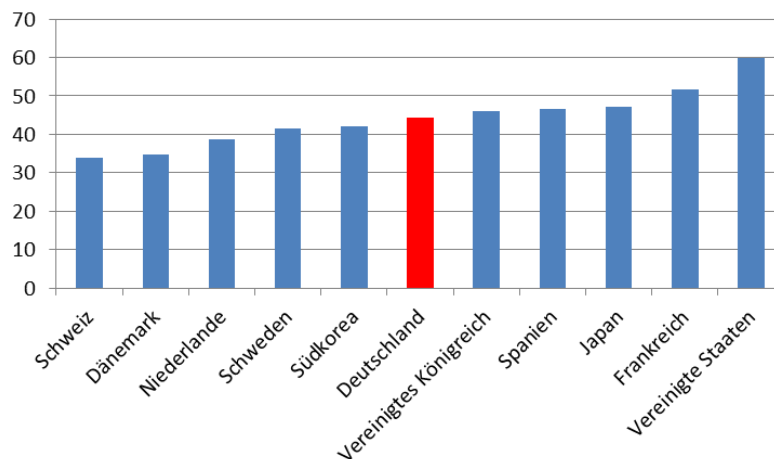
Auch im Mobilfunk werden niedrigere Latenzzeiten ein immer wichtigerer Aspekt der Nutzererfahrung. Dies wird sich insbesondere fortschreiben, wenn besonders zeitkritische Anwendungen wichtiger werden. Latenz spielt bei Echtzeitanwendungen wie Gaming, Connected Car oder einigen Smart Factory Anwendungen eine große Rolle. Man geht davon aus, dass 30 Millisekunden der beste realistisch erreichbare Durchschnittswert ist, der über 4G-Technologie realisiert werden kann. Mit 30 Millisekunden kann man beispielsweise gut kompetitive Onlinespiele spielen, während man bei Latenzzeiten von 100 Millisekunden und mehr über merkbliche Nachteile verfügt.

335 MVNO und Reseller Verträge sind in Deutschland häufig auf 21,6 Mbit/s oder 50 Mbit/s Downloadgeschwindigkeit gedrosselt.

336 Für Deutschland siehe: Nedescu, D. (2019): Comparing the mobile experience between Germany's MVNOs and the major operators. In: Opensignal.com, 25.10.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/2019/10/25/comparing-the-mobile-experience-between-germanys-mvno-and-the-major-operators> ; Für die USA siehe: tutela (2018): How MVNOs compare to Verizon, AT&T, T-Mobile, and Sprint. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.tutela.com/blog/best-mvno-us-2018-consumer-cellular-xfinity-mobile-cricket>

Aktuell bietet kein Land Mobilfunknetze mit einer durchschnittlichen gemessenen Latenz von unter 30 Millisekunden. Deutschland befindet sich mit knapp über 40 Millisekunden im Mittelfeld der untersuchten Länder.

Abbildung 5-7: Über Crowdsourcing gemessene durchschnittliche gemessene Latenz in Millisekunden (3G & 4G), 2019



Quelle: WIK basierend auf Daten von Opensignal.

5.1.5 Infrastruktursharing und Nationales Roaming

In Anbetracht des Erfordernis einer zunehmenden Verdichtung von Sendeanlagen sowie einer eher stagnierenden Umsatzentwicklung sind die Mobilfunknetzbetreiber zur Refinanzierung der zu erwartenden Investitionen gezwungen, entweder neue Erlösquellen zu erschließen und/oder die Kosten des Netzausbaus zu senken.

Da in den Mobilfunknetzen der betrachteten Länder keine nationalen Roamingverpflichtungen bestehen und kommerzielle Vereinbarungen über nationales Roaming zwischen den MNOs eher die Ausnahme darstellen (Schweden), rückt das Thema Infrastruktursharing in den Fokus.

Grundsätzlich lässt sich zwischen passivem und aktivem Infrastruktursharing unterscheiden. Passives Infrastruktursharing kann die Elemente Standorte, Masten, Kanäle, Energieversorgung und Klimatisierung, Schränke, Kabel und Kombigeräte umfassen.³³⁷ Während die Zugangsnetze grundsätzlich unabhängig bleiben, können die passiven Elemente der Zuleitung (z. B. Leerrohre) ebenfalls gemeinsam genutzt werden. In Spanien ist diese Form der Zusammenarbeit sogar gesetzlich vorgeschrieben.

³³⁷ Vgl. Nett, L.; Sörries, B. (2019): Infrastruktur-Sharing und 5G: Anforderungen an Regulierung, neue wettbewerbliche Konstellationen, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 443, Bad Honnef, 2019.

In einigen der betrachteten Ländern wie den USA, UK oder China haben sich auch spezialisierte Unternehmen im Bereich Funkturbau/betrieb (TowerCos) etabliert, die den Zugang zu Standorten und / oder Masten als Dienstleistung für mehrere oder alle Mobilfunknetzbetreiber in einem Markt anbieten. Auch in Deutschland findet eine gemeinsame Standortnutzung statt.

Unter aktivem Sharing wird die gemeinsame Nutzung von aktiven Netzelementen wie Antennen, Knoten oder Funknetzwerksteuerungen verstanden. Aktives Sharing kann auf das Funkzugangsnetz (Radio-Access-Network, RAN) fokussiert (und begrenzt) werden oder auch Elemente des Kernnetzes enthalten. In seiner extremsten Ausprägung können die Frequenzen von zwei Mobilfunkunternehmen gemeinsam genutzt und je nach Anwendung dynamisch zugewiesen werden.³³⁸

Weitreichende kommerzielle Vereinbarungen für aktives Network Sharing sehen wir in Schweden, Dänemark und Frankreich. In Deutschland wird dies hingegen noch nicht praktiziert.³³⁹

5.2 Vermarktung von 5G-Angeboten

Wie in Kapitel 5.1.1 dargestellt, verläuft der Ausbau der 5G Infrastruktur in den betrachteten Ländern mit unterschiedlicher Dynamik. Vorreiter sind insbesondere Südkorea und China. Dort, aber auch in den USA und einigen europäischen Ländern, hat die Vermarktung von 5G bereits begonnen.

Im Privatkundenbereich sehen wir für 5G sowohl Fixed Wireless Lösungen, d.h. 5G als Substitut für den stationären Breitbandanschluss, als auch „klassische“ Mobilfunkverträge, bei denen 5G als Premiumangebot vermarktet wird. In Südkorea ist zu beobachten, dass die Datennutzung bei 5G-Nutzern um das Vierfache über dem von LTE Nutzern liegt. Gleichzeitig gelang es, durch den Umstieg auf 5G und unlimitierte Datentarife die durchschnittlichen Umsätze je Kunde von 35 bis 40 Dollar pro Monat auf 55 bis 60 Dollar pro Monat zu steigern. Als Anwendungen für Privatkunden kristallisieren sich Augmented Reality, Virtual Reality und Cloud Gaming heraus.³⁴⁰

Von größerer gesamtwirtschaftlicher Relevanz dürfte die Nutzung von 5G im industriellen Bereich sein. Hier werden aktuell die ersten vernetzten Fabriken gebaut, die sich insbesondere durch niedrige Latenzzeiten der verbundenen Maschinen und eine große

338 Vgl. Nett, L.; Sörries, B. (2019): Infrastruktur-Sharing und 5G: Anforderungen an Regulierung, neue wettbewerbliche Konstellationen, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 443, Bad Honnef, 2019.

339 Wie vorne erwähnt haben TDG und Vodafone im Februar 2020 Pläne für ein aktives Infrastruktursharing an 4.000 Sendestandorten bekannt geben. Vgl. <https://www.teltarif.de/telekom-vodafone-network-sharing/news/79607.html>

340 <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/anwenderkonferenz-5germany-nach-dem-massenstart-in-suedkorea-fuenf-lehren-vom-5g-pionier/25066862.html>

Anzahl an möglichen gleichzeitig aktiven Geräten auszeichnen.³⁴¹ Solche Fabriken entstehen z.B. in China³⁴², den USA³⁴³ und Deutschland³⁴⁴.

5.3 Mobilfunknutzung im Consumerbereich

Die genutzten Datenvolumina im Mobilfunk unterscheiden sich in den betrachteten Ländern deutlich. Unter den untersuchten Ländern sind Dänemark und Schweden mit über 7 GB pro SIM-Karte pro Monat in 2018 die Länder mit dem höchsten Datenverbrauch; innerhalb der OECD liegen vereinzelt Länder auch noch darüber (z.B. Finnland mit ca. 20 GB pro SIM-Karte pro Monat). In Deutschland ist der Datenverbrauch mit ca. 2,5 GB relativ gering. Die niedrige Nutzung könnte verschiedene Ursachen haben: Neben einer geringeren Netzverfügbarkeit dürften auch die relativ hohen Preise für große Datenvolumina die Nutzung einschränken. Auch die Verbreitung von Substituten für mobile Internetnutzung, z.B. öffentliche WLAN-Hotspots, kann die durchschnittliche Datennutzung senken.³⁴⁵ Dies kann etwa die – trotz des fortgeschrittenen Netzausbaus – relativ geringen Datenvolumina in den Niederlanden erklären (etwa auf dem Niveau Deutschlands).³⁴⁶ 2017 waren die Niederlande das Land, in dem die Nutzer die meiste Zeit in WLAN-Netzen verbracht haben mit 68,5 % der Zeit, auch in Deutschland war dieser Wert mit mehr als 60 % hoch.³⁴⁷

341 Vgl. 5G ACIA (2019): 5G for Connected Industries and Automation. White Paper. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.5g-acia.org/fileadmin/5G-ACIA/Publikationen/Whitepaper_5G_for_Connected_Industries_and_Automation/WP_5G_for_Connected_Industries_and_Automation_Download_19.03.19.pdf

342 Vgl. Daws, R. (2019): JD launches China's first 5G-powered IIoT logistics park. In: iottechnews.com, 29.10.19. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.iiottechnews.com/news/2019/oct/29/jd-launches-china-first-5g-iiot-logistics-park/>

343 Ericsson (2019): Ericsson selects Lewisville, Texas, for company's first 5G smart factory in the United States. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/en/press-releases/6/2019/ericsson-selects-lewisville-texas-companys-first-5g-smart-factory-united-states>

344 Vgl. Hill, J. (2019): Siemens installiert erstes privates Standalone-5G-Netz im Industrie-Umfeld, in: cio.de, 04.12.19. Elektronisch verfügbar unter:

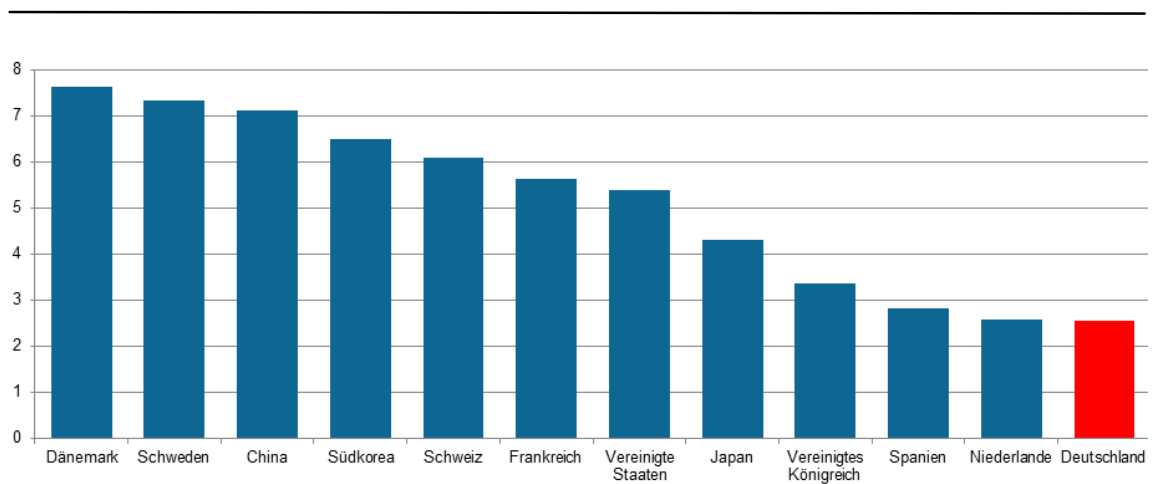
<https://www.cio.de/a/siemens-installiert-erstes-privates-standalone-5g-netz-im-industrie-umfeld.3548134>

345 Vgl. Queder, F.; Angenendt, N.; Wernick, C. (2017): Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 423.

346 Die relative weite Verbreitung von Zero-Rating Tarifen in Deutschland, die dadurch charakterisiert sind, dass die genutzten Daten für bestimmte Anwendungen nicht auf das inkludierte Datenvolumen angerechnet werden (z.B. Telekom Stream-on, Vodafone Pass) spielen hierbei jedoch keine Rolle, da das tatsächlich genutzte und nicht das abgerechnete Datenvolumen gemessen wird.

347 Vgl. Opensignal (2017): Global State of Mobile Networks (February 2017). Elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/reports/2017/02/global-state-of-the-mobile-network>

Abbildung 5-8: Nutzung mobiler Daten pro SIM-Karte pro Monat, in Gigabyte, 2018

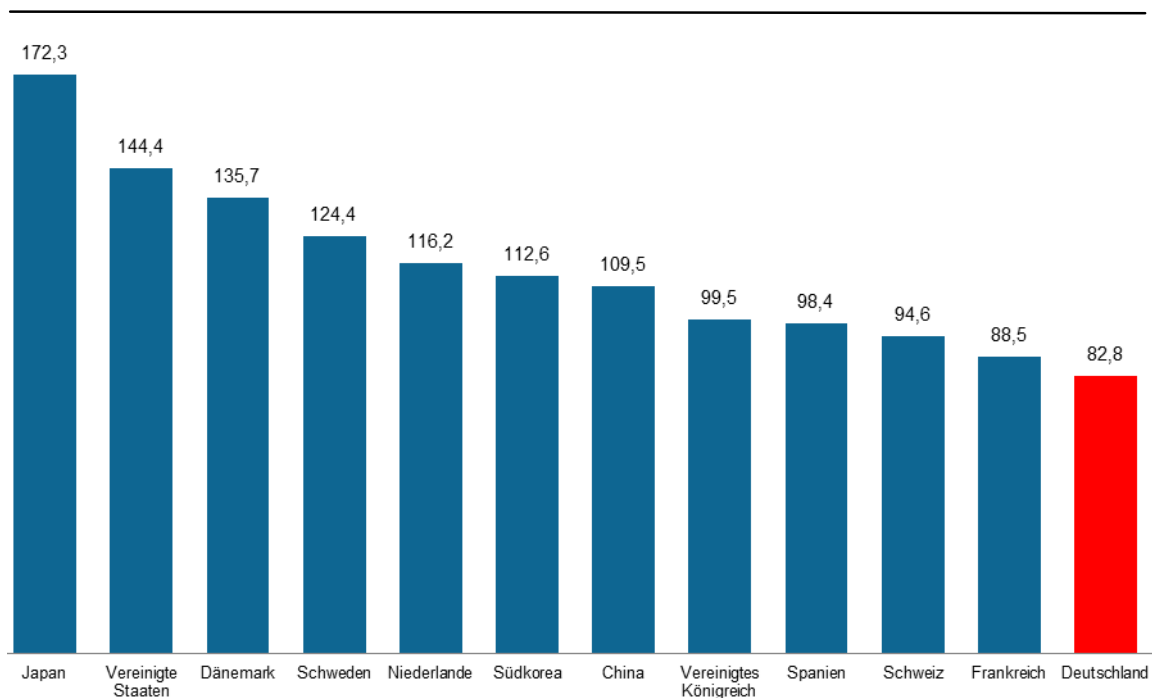


Quelle: WIK basierend auf Daten der OECD.

5.4 Nachfrage und Zahlungsbereitschaften

Im Vergleich der Fallstudienkandidaten ist der Prozentsatz der mobilen Breitbandnutzer bezogen auf die Einwohnerzahl in Deutschland am geringsten (vgl. Abbildung 5-9).

Abbildung 5-9: Anzahl der SIM-Karten für mobile Breitbandnutzung pro 100 Einwohner, 2018

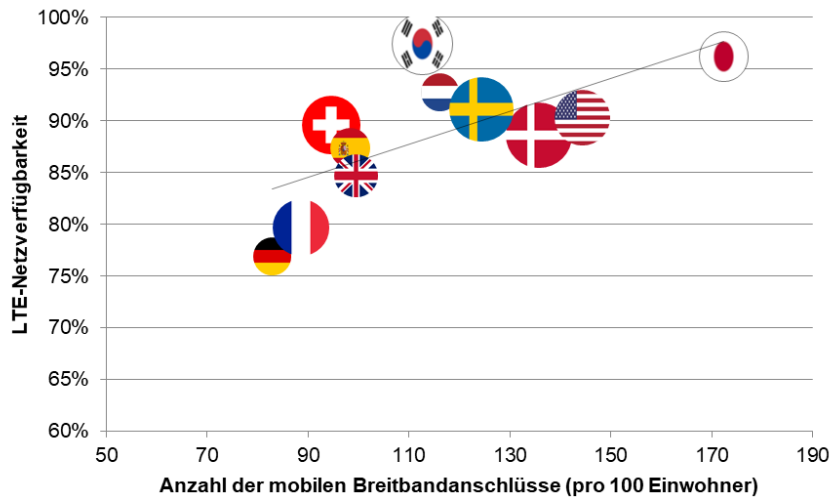


Quelle: WIK basierend auf Daten der OECD (2018). **348**

Zu beachten ist, dass die Zahl der Verträge auf die Zahl der Einwohner umgelegt wird. Da in Deutschland ein relevanter Teil der Bevölkerung mehrere Mobilfunkverträge parallel nutzt (z.B. einen dienstlichen und einen privaten Vertrag), dürfte die tatsächliche Penetration mit mobilen Breitbandanschlüssen auf Nutzerebene sowohl absolut als auch in Relation noch niedriger liegen.

Eine leichte Korrelation besteht zwischen der Anzahl der mobilen Breitbandanschlüsse und der LTE-Netzverfügbarkeit. Eine höhere Verfügbarkeit des 4G-Netzes geht offenbar mit einer höheren mobilen Breitbandpenetration einher, wie in Abbildung 5-10 zu sehen ist.

Abbildung 5-10: Über Crowdsourcing gemessene Verfügbarkeit des LTE-Netzes und Anteil der SIM-Karten für mobile Breitbandnutzung pro 100 Einwohner, 2018³⁴⁹

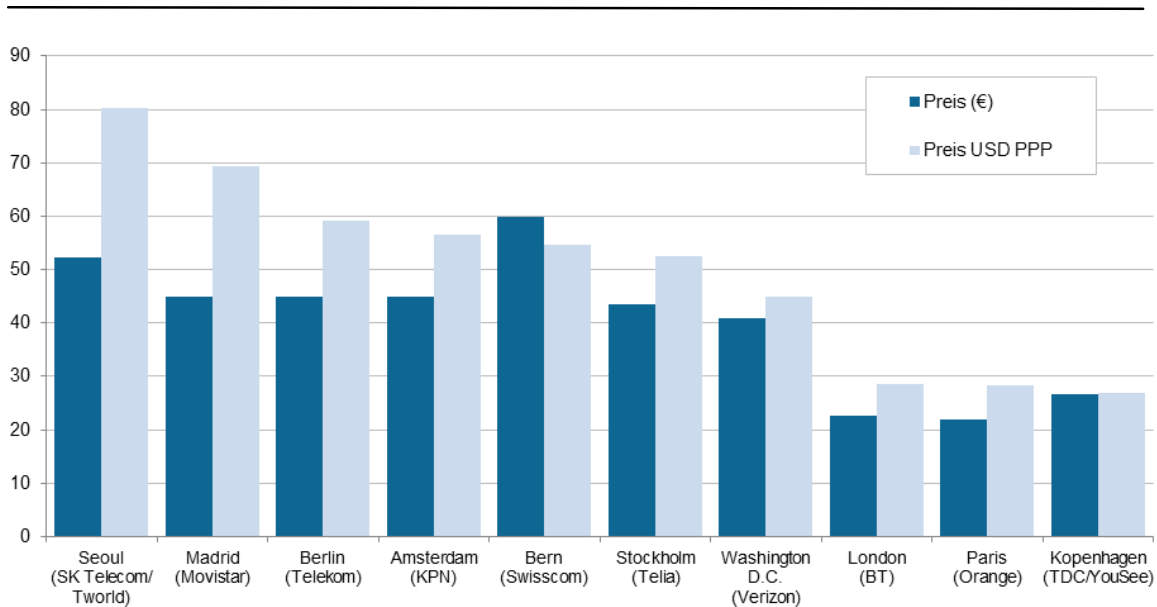


Quelle: WIK basierend auf Daten der OECD und Opensignal,

Um den Zusammenhang zwischen Preisniveau und Nutzung zu beleuchten, wurden die Preise für einen Standardmobilfunkvertrag mit 10 Gigabyte Inklusivvolumen und Telefonieflatrate in ausgewählten Metropolen miteinander verglichen (vgl. Abbildung 5-11).

³⁴⁹ Die Größe der Flagge gibt das genutzte Datenvolumen an; je größer die Flagge desto mehr Gigabyte werden pro Nutzer und Monat im entsprechenden Land verbraucht.

Abbildung 5-11: Preise für einen Mobilfunkvertrag mit 10 Gigabyte Inklusiv-volumen³⁵⁰ und einer Telefonieflatrate in ausgewählten Metropolen, September 2019



Quelle: WIK.

Wie in Abbildung 4-7 wurde auch hier nicht der jeweils günstigste Tarif, sondern der in Deutschland gängige Tarif des Incumbent zugrunde gelegt (MagentaMobil M) und Verträge mit ähnlichen Leistungscharakteristika in den anderen betrachteten Ländern herausgesucht. Zunächst fällt auf, dass es eine Streuung bei den Preisen gibt, die auch ein Indiz für den unterschiedlichen Entwicklungsstand der verschiedenen Mobilfunkmärkte ist. Verträge mit Inklusivvolumina zwischen 10 und 20 Gigabyte, die in Deutschland aktuell marktgängig sind, werden in einigen Ländern Stand heute praktisch nicht mehr vermarktet. Im Ergebnis mussten wir für unseren Benchmark in zwei Fällen eine unbeschränkte (Bern, Swisscom) bzw. eine 100 GB (Seoul, SK-Telecom) Flatrate hinzuziehen. Gerade unter Berücksichtigung der Kaufpreisparitäten stellt sich der einschlägige Vertrag der Telekom Deutschland im internationalen Vergleich als verhältnismäßig teuer dar. Noch deutlicher fällt das Ergebnis aus, wenn man die in anderen Ländern bereits intensiv genutzten unbeschränkten Flatrates miteinander vergleicht.

³⁵⁰ In einigen Ländern (Südkorea, Schweiz) beinhaltet der in den Vergleich einfließende Vertrag deutlich mehr Inklusivvolumen, da keine Volumina im Bereich von 10 GB angeboten werden. Der Vertrag der Telekom enthält die StreamOn-Zero-Rating-Option. Zahlreiche Dienste werden in diesem Vertrag nicht auf das inkludierte Datenvolumen von 10 GB angerechnet, so dass der Vertrag de facto höherwertiger als ein 10-GB-Tarif ohne Zero-Rating Option ist.

Das relativ hohe Preisniveau des Referenztarifs der TDG im internationalen Vergleich sollte jedoch nicht überbewertet werden, da der Anbieter als einer der wenigen großen Netzbetreiber in Europa in großem Stile Dienste mit einem „Zero-Rating“ versieht.³⁵¹ Konkret werden im Tarif MagentaMobil M z.B. alle gängigen Audio- und Videodienste vom Datenvolumen ausgenommen³⁵², so dass der Tarif de facto für viele Nutzer wie ein unlimitierter Tarif nutzbar ist. In den in dieser Studie näher betrachteten Ländern, die nicht standardmäßig Datenflatrates anbieten, sind zero-rating-Angebote weniger verbreitet. Die hier abgebildeten Tarife enthalten ansonsten kein Zero-Rating. Einzig Vodafone als größerer, international tätiger Anbieter bietet Zero-Rating auch in anderen europäischen Ländern an.³⁵³

5.5 Zwischenfazit

Es fällt auf, dass Deutschland im internationalen Vergleich bei der Mobilfunknetzabdeckung schlechter als die übrigen betrachteten Länder abschneidet. Dies betrifft (in geringem Maße) die Haushaltsabdeckung und in größerem Umfang die durch Crowdsourcing gewonnenen Daten zur 4G-Verfügbarkeit.

Beeinflusst wird die geringere Verfügbarkeit u.a. durch einen relativ hohen Anteil der Bevölkerung im ländlichen Raum und damit verbundenen vergleichsweise hohen Erschließungskosten. Hinzu kommt, dass sich die Mobilfunkanbieter bei der Standorterschließung häufig Vorbehalten aufgrund möglicher negativer gesundheitlicher Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung ausgesetzt sehen, was Genehmigungsverfahren erschwert und verlängert.

Beim Aufbau von 5G-Sendestandorten sind unter den betrachteten Ländern China und Südkorea führend. In Südkorea ist die Marktdurchdringung mit 5G im Privatkundensegment bisher am höchsten. Die dortigen Erfahrungen deuten darauf hin, dass durch 5G die Datennutzung weiter steigen könnte.

Mit Blick auf Deutschland fällt die geringe mobile Datennutzung auf. Sowohl bei der Relation zwischen der Zahl der mobilen Breitbandverträge und den Einwohnern, als auch bei der durchschnittlichen Datennutzung je Vertrag liegt Deutschland unter den betrachteten Ländern an letzter Stelle. Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, dass dies unter anderem auf ein vergleichsweise hohes Preisniveau bzw. relativ geringe Datenin-

351 Zero-Rating ist die Praxis den Datenverbrauch gewisser Dienste nicht auf das dem Nutzer vertraglich zugesicherte Datenvolumen anzurechnen, also unlimitiertes Datenvolumen für einige Dienste bereitzustellen. Eine ökonomische Betrachtung des Für und Wider des Zulassens solcher Angebote findet sich in: OECD (2019): The effects of zero rating. OECD Digital Economy Papers, No. 285. Elektronisch verfügbar unter: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-effects-of-zero-rating_6eefc666-en

352 Günstigere Tarife enthalten bspw. keine Videoinhalte, teurere hingegen dazu noch Social Media

353 Vgl. epicenter.works (2019): Survey of all differential pricing offers in the EEA. Elektronisch verfügbar unter: <https://epicenter.works/document/1521>

klusivvolumina und damit verbunden eine hohe Nutzung von WLAN zum Traffic-Offloading zurückzuführen ist.

Auffällig ist, dass Network-Sharing in Deutschland bisher nur in vergleichsweise geringem Umfang eingesetzt wird. Network Sharing bietet insbesondere im ländlichen Raum die Möglichkeit, die Ausbaurkosten deutlich zu reduzieren. Vor diesem Hintergrund werden wir in Kapitel 8 näher auf Schweden eingehen, was eines der Vorreiterländer in diesem Bereich darstellt.

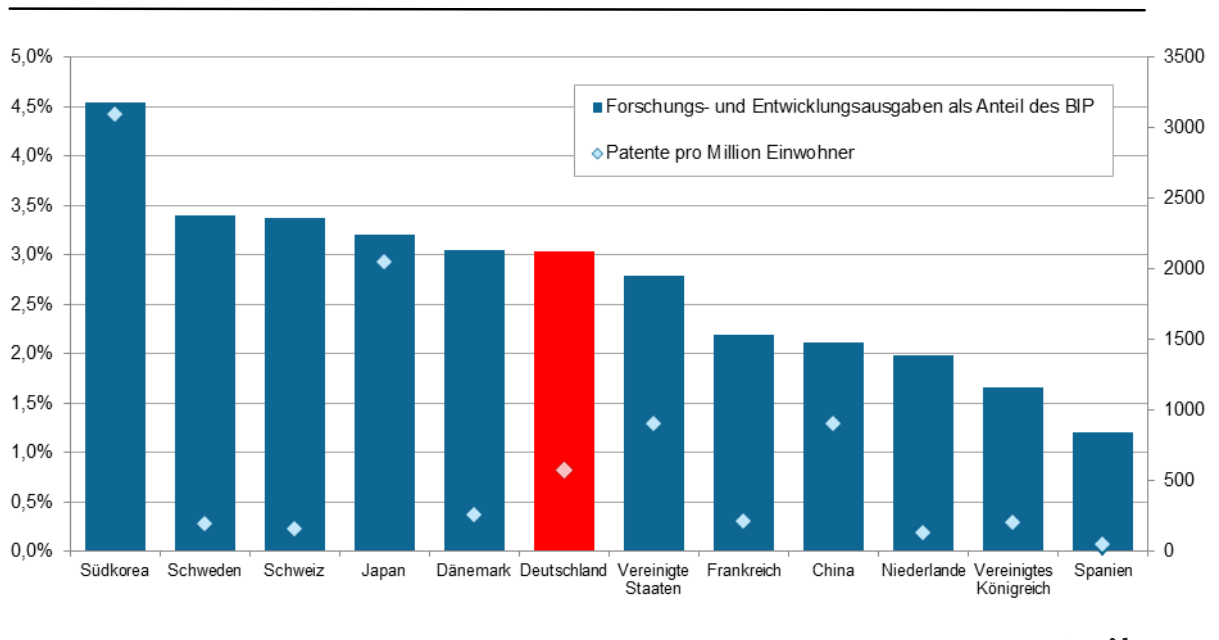
6 Indikatoren für Unterschiede bei der Nutzung digitaler Dienste in Wirtschaft und Gesellschaft

Die Kapitel 5 und 6 haben gezeigt, dass bei der Verfügbarkeit und Nutzung digitaler Infrastrukturen zwischen den betrachteten Ländern deutliche Unterschiede bestehen. In diesem Kapitel soll anhand ausgewählter Indikatoren näher untersucht werden, ob und wenn ja in welchem Umfang diese darauf zurückzuführen sind, dass es grundsätzliche Unterschiede bei der Nutzung digitaler Dienste durch gewerbliche und private Nachfrager auf Länderebene gibt.

6.1 Indikatoren zum Digitalisierungsgrad der Wirtschaft

Die Innovationskraft einer Wirtschaft wird gerne daran gemessen, wie viel diese in Forschungs- und Entwicklung investiert und wie viele Patentanmeldungen es im entsprechenden Land gibt. Insbesondere in letzterem sind die von uns untersuchten außereuropäischen Staaten führend. Südkorea hat neben vielen Patentanmeldungen auch unerreichte Forschungs- und Entwicklungsausgaben. Deutschland hat relativ viele Patentanmeldungen und auch ein vergleichsweise großes anteiliges Forschungsbudget, insbesondere im Vergleich zu Ländern wie UK oder Spanien.

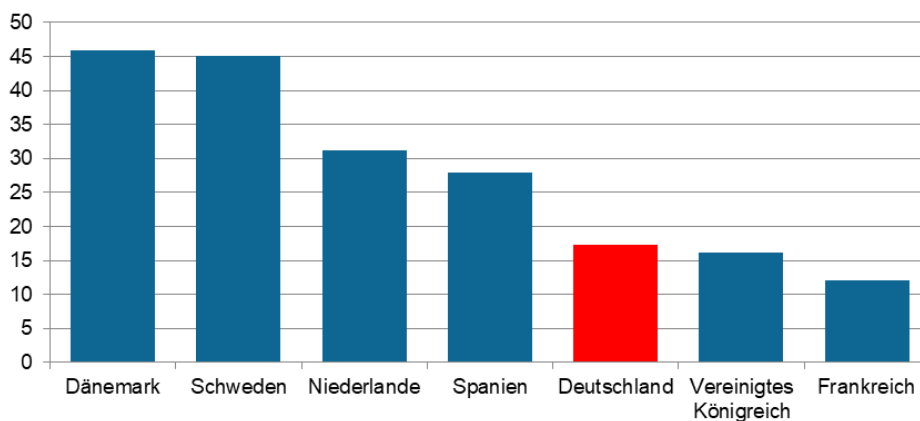
Abbildung 6-1: Forschungsausgaben als Anteil des BIP und Patente pro Million Einwohner, 2017



Quelle: WIK basierend auf Daten der OECD und der Weltbank.

Um die Innovationskraft einer Wirtschaft zu verstärken, wird der Zugang zu wettbewerbsfähiger digitaler Infrastruktur immer wichtiger. Dennoch gibt es noch relativ viele Firmen, die Festnetz-Breitbandanschlüsse mit niedrigen Geschwindigkeiten nutzen. Weniger als 20 % der deutschen Unternehmen nutzen einen Festnetzanschluss mit mindestens 100 Mbit/s Bandbreite, bei ca. 20 % der Unternehmen sind es sogar höchstens 10 Mbit/s. Teilweise sieht es in anderen Ländern (z.B. UK) sehr ähnlich aus. In Skandinavien hingegen sind schnelle Internetanschlüsse bei den Unternehmen deutlich verbreiteter. ³⁵⁴

Abbildung 6-2: Anteil der Unternehmen³⁵⁵ mit einem Festnetz-Breitbandanschluss mit mindestens 100 Mbit/s Downloadbandbreite, 2018



Quelle: WIK basierend auf Daten der OECD.

Dies muss als Momentaufnahme nicht per se negativ sein; für viele kleine Unternehmen (z.B. Handwerker) ist eine geringe Internetgeschwindigkeit möglicherweise heute (noch) unproblematisch. Dies wird erst dann zu einem gesamtwirtschaftlichen Problem, wenn die Nachfrage nach schnellem Internet das Angebot übersteigt und Unternehmen in ihren Betätigungsmöglichkeiten durch mangelnde Infrastruktur eingeschränkt werden. Allerdings weisen aktuelle Umfragen darauf hin, dass mangelnde Verfügbarkeiten eine der Hauptursachen für die Nutzung von Anschlüssen mit eher geringen Bandbreiten durch Unternehmen sind. ³⁵⁶ In einer Studie des Deutschen Sparkassen und Girover-

³⁵⁴ In dieser konkreten Statistik werden von der OECD nur Unternehmen mit mindestens 10 Mitarbeitern berücksichtigt.

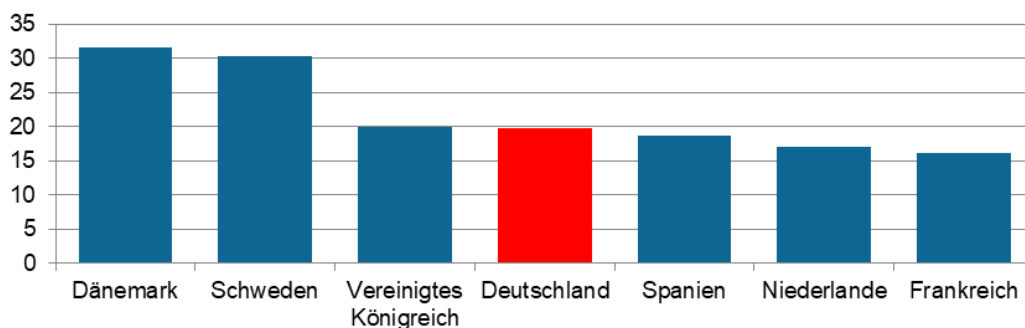
³⁵⁵ Für die Nutzung von Festnetz-Breitband durch Unternehmen in den Nicht-EU-Vergleichsländern sind weniger aktuelle und trennscharfe Daten verfügbar. Der Digital Economy Outlook der OECD von 2017 impliziert jedoch eine sehr hohe Nutzung in Südkorea und eine etwas geringere Nutzung (etwa auf dem Niveau von Deutschland und dem UK) in Japan. Siehe: <https://www.oecd.org/internet/oecd-digital-economy-outlook-2017-9789264276284-en.htm>

³⁵⁶ Vereinigung der bayerischen Wirtschaft (VBW) (2019): Breitbandbedarf der bayerischen Unternehmen 2019 – leitungsgebunden und mobil
<https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2019/Downloads/190725-vbw-Studie-Breitbandbedarf-final.pdf>

bands wird angegeben, dass mehr als 60 % der KMU mit ihrer aktuellen Breitbandversorgung unzufrieden sind.³⁵⁷

Ein weiterer, immer wichtigerer Faktor ist neben der Nutzung schneller Internetverbindungen zur Durchführung des Geschäfts auch die Nutzung des Internets als Absatzkanal. Bei der Nutzung von E-Commerce³⁵⁸ ist die Spreizung zwischen den untersuchten Staaten geringer. Deutschland liegt zwar hinter den Skandinaviern, jedoch vor anderen Staaten wie etwa den Niederlanden mit einer E-Commerce-Nutzung von ca. 20 % der Unternehmen.

Abbildung 6-3: Anteil der Unternehmen, die E-Commerce nutzen, 2018



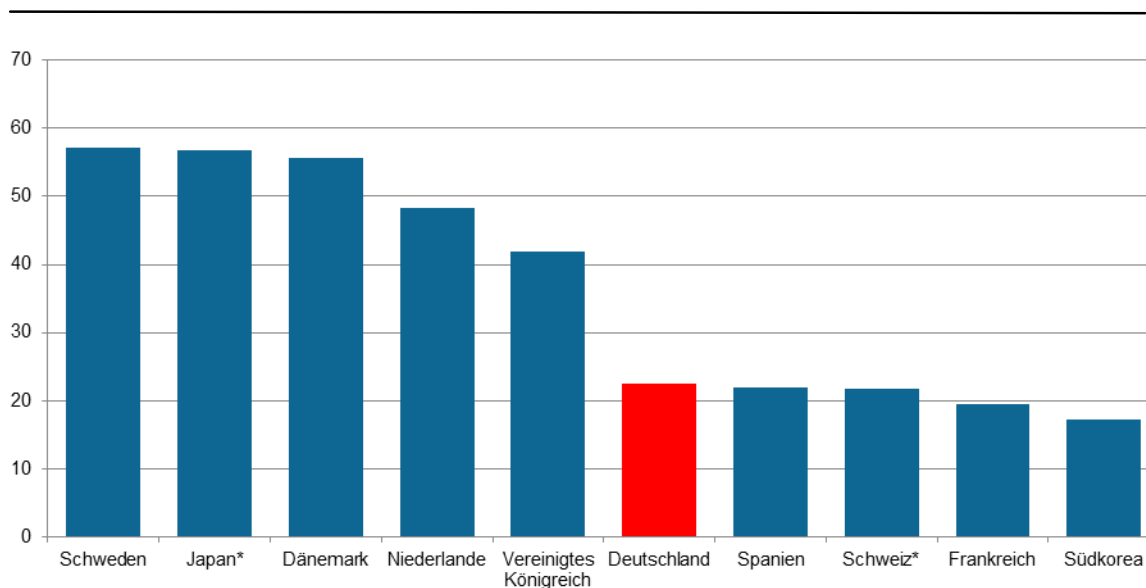
Quelle: WIK basierend auf Daten der EU.

Eine Anwendungskategorie mit besonders hohen Anforderungen an die zugrundeliegende Infrastruktur ist Cloud Computing.

³⁵⁷ Vgl. Finanzgruppe Deutscher Sparkassen und Giroverband (2019): Diagnose Mittelstand 2019: Ausbau der digitalen Infrastruktur Erfolgsfaktor für den Mittelstand, S. 23.

³⁵⁸ Hier definiert als Anteil der Unternehmen, die mindestens 1% ihres Umsatzes über „Computernetzwerke“ machen.

Abbildung 6-4: Anteil der Unternehmen, die Cloud Computing Angebote nutzen, 2018 (2017 für CH, JP und KR)



Quelle: WIK basierend auf Basis der OECD. *Es gibt laut OECD eine „difference in methodology“ für die Erhebung der Daten für die Schweiz und Japan. Bei der Schweiz wurde diese nicht näher spezifiziert, für Japan bezieht sich die Statistik auf *alle* Unternehmen (nicht erst ab 10 Mitarbeitern).

Auch hier sehen wir deutliche Unterschiede bei der Nutzung. Eine Nichtnutzung von Cloud-Angeboten muss aber nicht nur infrastrukturelle Gründe haben. Auch Datenschutz- oder IT-Sicherheitsbedenken können eine Rolle spielen. Vor diesem Hintergrund könnten vom Projekt GAIA-X unter der Federführung des BMWi und des BMBF neue Impulse ausgehen.³⁵⁹

Im Standortindex DIGITAL des BMWi³⁶⁰, der die Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft bewertet, befindet sich Deutschland auf Platz 5 von 10 Vergleichsländern³⁶¹. Gut schneidet Deutschland insbesondere bei der Verbreitung von Computern und der Innovationsfähigkeit ab. Probleme gibt es beim geringen Wachstum im TK-Umsatz und bei der Bereitschaft von Firmen zu digitaler Transformation.

³⁵⁹ Vgl. BMWi; BMBF (2019): Das Projekt GAIA-X: Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x-executive-summary.html>

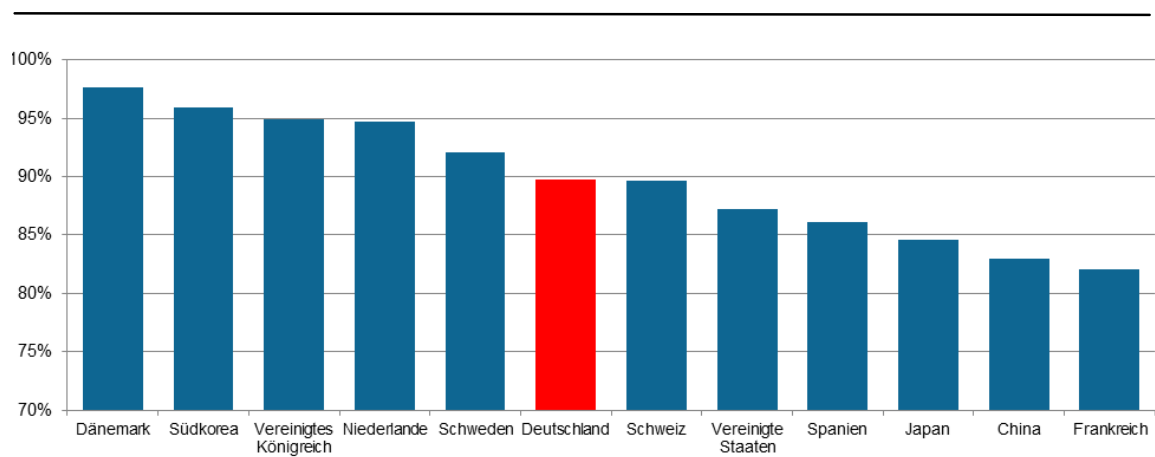
³⁶⁰ Vgl. Kantar TNS & ZEW Mannheim (2019): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018. Elektronisch verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-ikt-standort-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=26

³⁶¹ Hinter USA, Südkorea, Großbritannien und Finnland, gleichauf mit Japan, aber vor China, Frankreich, Spanien und Indien.

6.2 Nutzungsintensität unterschiedlicher Internetanwendungen durch Privatkunden

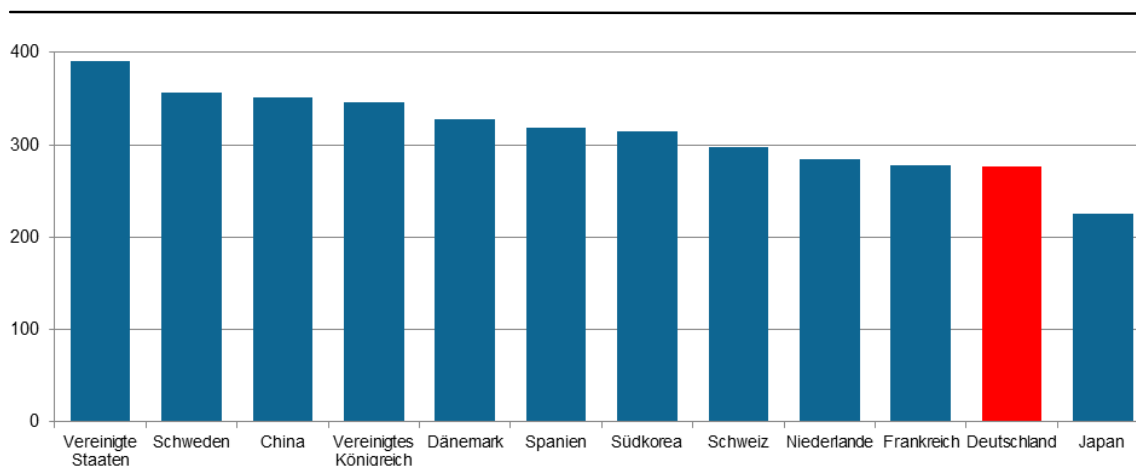
In Deutschland ist der Anteil der Internetnutzer mit knapp 90 % der Einwohner auf einem recht hohen Niveau. Generell zeigt sich, auch über die hier im Detail untersuchten Länder hinaus, dass in Süd(west)europa deutlich weniger Menschen das Internet nutzen als in Nordeuropa. Ein hoher Internetnutzungsgrad bedeutet insbesondere, dass auch ältere Leute aktiv Internetdienste nutzen, was z.B. die Nutzung von E-Health-Maßnahmen verstärken kann.

Abbildung 6-5: Anteil der Bevölkerung, der in den letzten drei Monaten das Internet genutzt hat, 2018 (2017 für China, Japan, USA)



Quelle: WIK basierend auf Daten der ITU.

Die durchschnittliche Zeit, die Menschen im Internet verbringen ist in allen untersuchten Ländern hoch. Außer in Japan beträgt diese überall über 4,5 Stunden pro Tag. Die meiste Zeit im Internet verbringen die Nutzer in den USA mit über sechs Stunden täglich. Deutschland liegt mit 4,5 Stunden deutlich dahinter.

Abbildung 6-6: Durchschnittliche³⁶² Internetnutzung pro Tag, in Minuten, 2018

Quelle: WIK basierend auf Daten von Globalwebindex via datareportal.com.

Bei den genutzten Diensten ist neben dem in Kapitel 4.3 beschriebenen Video-streaming auch und insbesondere für mobile Netze die zunehmende Nutzung sozialer Medien relevant. Diese werden wichtiger aufgrund der immer stärkeren Verbreitung von Diensten wie Instagram, Snapchat oder TikTok, die höhere Bandbreiten und Datenvolumina benötigen, da sie vornehmlich auf Video- bzw. Bildinhalten basieren. Sie werden auch in Zukunft einen erheblichen Teil der Last auf die Mobilfunknetze bringen; so prognostiziert Ericsson ein durchschnittliches jährliches Wachstum von Traffic über die mobile Nutzung von sozialen Medien von 20 % bis 2025.³⁶³

Die für Videokonsum genutzten Datenvolumina werden sogar noch stärker steigen. Hier ist jedoch eine Abgrenzungsproblematik gegeben, da Social Media nicht nur immer stärker Videoinhalte beinhaltet, sondern auch Videodienste teilweise Komponenten sozialer Netzwerk aufweisen.³⁶⁴ Des Weiteren können soziale Medien als Multiplikatoren anderer Dienste mit hohem Datenverbrauch auftreten, wenn etwa auf Videoportale verlinkt wird.

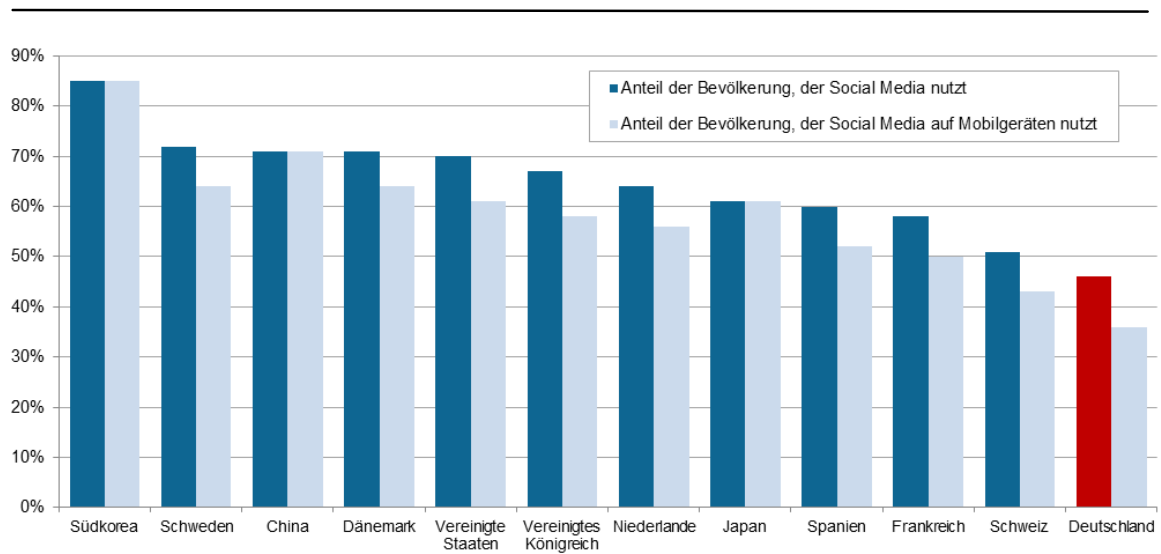
Umfragen zeigen, dass die Nutzung sozialer Medien insbesondere in Südkorea sehr hoch ist. Deutschland ist das einzige Land unter den Vergleichsländern bei denen weniger als 50% der Bevölkerung soziale Netzwerke nutzen. Die Nutzung über mobile Endgeräte ist in den meisten Ländern nur etwas (wenn überhaupt) geringer als die rein stationäre Nutzung.

³⁶² Dies ist ein auf Nutzerumfragen basierender Wert. Befragt wurden Internetnutzer zwischen 16 und 64 Jahren.

³⁶³ Vgl. Ericsson (2019): Ericsson Mobility Report – November 2019. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/4acd7e/assets/local/mobility-report/documents/2019/emr-november-2019.pdf>

³⁶⁴ Hier seien exemplarisch Community-, Kommentar- und Chatfunktionen bei Plattformen wie YouTube oder Twitch genannt.

Abbildung 6-7: Anteil der Bevölkerung der soziale Medien nutzt, 2018



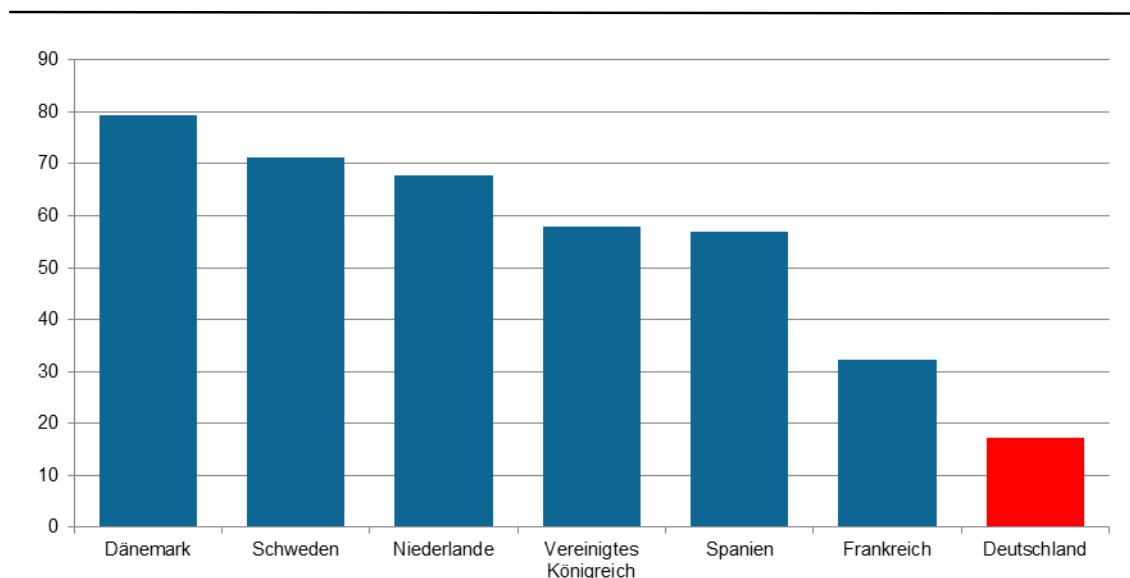
Quelle: WIK-Abbildung basierend auf Daten von Globalwebindex via datareportal.com.

6.3 E-Health

Im Digital Economy and Society Index (DESI) der EU wird unter anderem auch der Status der Verbreitung von E-Health-Dienstleistungen untersucht.³⁶⁵ Deutschland steht in diesem Bereich auf einem sehr niedrigen Niveau, das Potenzial für E-Health wird bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

³⁶⁵ Vgl. DESI (2019): Digital Public Services. Elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-public-services-scoreboard>

Abbildung 6-8: DESI E-Health Indexwert, 2018



Quelle: WIK basierend auf Daten der EU.

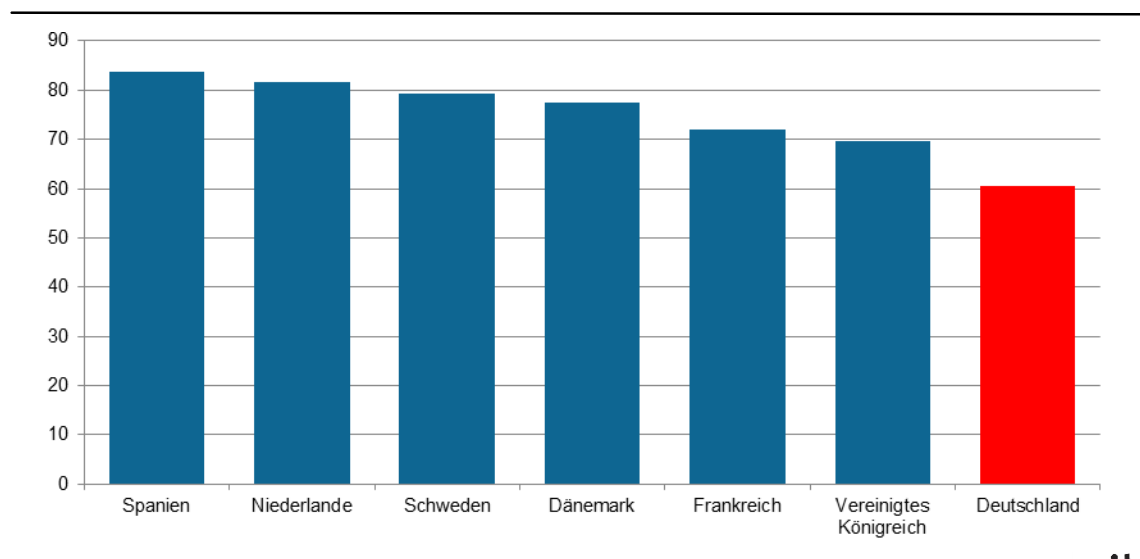
Bei näherer Betrachtung der einzelnen Indikatoren, auf denen der Indexwert E-Health basiert, wird deutlich, dass insbesondere die Nutzungsintensität in Deutschland im internationalen Vergleich niedrig liegt. Nur 7 % der Einwohner (zwischen 16 und 74 Jahren) haben in 2018 eine Gesundheits- oder Pflegedienstleistung online in Anspruch genommen, anstatt dafür zum Arzt oder ins Krankenhaus zu gehen. In einzelnen Staaten (Estland, Finnland) lag dieser Wert bei fast 50 %. Bei anderen Indikatoren, dem Datenaustausch zwischen Allgemeinärzten und Fachärzten/Krankenhäusern sowie der Verbreitung des E-Rezeptes steht Deutschland ebenfalls auf einem der hinteren Plätze, wenn auch etwas besser als bei der Nutzung der Dienste durch die Bevölkerung.

In diesem Bereich könnte die Covid 19 Pandemie und die damit verbundenen Einschränkungen im Öffentlichen Leben zu einem Enabler für die Digitalisierung im Gesundheitswesen werden. Geltende Einschränkungen für Videosprechstunden für Ärzte und Psychotherapeuten (nur 20% der Patienten dürfen ausschließlich per Video behandelt werden) sind temporär ausgesetzt worden und Plattformen wie *sprechstunde.online* erfreuen sich auch in Deutschland einer großen Nutzung.

6.4 E-Government

Bei der Betrachtung des Indexwertes zum Thema E-Government³⁶⁶, einer weiteren Metrik des DESI, steht Deutschland zwar besser da als bei E-Health, jedoch trotzdem auf einem der hinteren Plätze der EU und auf dem letzten der hier untersuchten europäischen Vergleichsländer. Der aktuelle „eGovernment Benchmark“ der EU bestätigt diese Befunde.³⁶⁷ Generell lässt sich sagen, dass einfache E-Government-Dienste in Europa verbreiteter sind als vergleichbare Gesundheitsdienste.

Abbildung 6-9: DESI E-Government³⁶⁸ Indexwert, 2018



Quelle: WIK basierend auf Daten der EU.

Der Blick in die dahinter liegenden Werte offenbart, dass die Nutzungsseite der Bevölkerung auch hier einer der Schwachpunkte in Deutschland ist. 42,6 % der Einwohner (zwischen 16 und 74 Jahren) nutzten 2018 das Internet um ein ausgefülltes Formular an öffentliche Einrichtungen zu senden, der drittniedrigste Wert in der EU. Schweden liegt bei über 90 %. Ein Bereich in dem Deutschland relativ gut da steht (etwa im EU-Schnitt) ist der Anteil der Verwaltungsschritte im Rahmen von wichtigen Ereignissen im Leben (z.B. Änderungen bei Wohnort oder der Arbeitssituation), die online durchgeführt werden können. Dies zeigt, dass nicht alleine die Angebotsseite für die relativ geringe Adoption digitaler Dienste im Bereich E-Government verantwortlich ist.

³⁶⁶ Vgl. DESI (2019): Digital Public Services. Elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-public-services-scoreboard>

³⁶⁷ Vgl. EU Commission (2019): eGovernment Benchmark 2019. Elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/egovernment-benchmark-2019-trust-government-increasingly-important-people>

³⁶⁸ Da der DESI nur für die EU-Staaten erhoben wird, gibt es keine direkten Vergleichswerte der anderen Staaten. Die UN E-Government Survey 2018 legt jedoch nahe, dass Japan, Südkorea und die Schweiz sich bei E-Government im Bereich der europäischen Vorreiterländer bewegen. Siehe:

<https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2018>

6.5 Zwischenfazit

Betrachtet man die erhobenen Indikatoren für die Nutzung unterschiedlicher internetbasierter Dienste für Privat- und Geschäftskunden ergibt sich ein äußerst heterogenes Bild. Über die verschiedenen Kategorien und Privat- und Geschäftskunden hinweg fällt auf, dass die betrachteten Dienste in Schweden und Dänemark relativ intensiv genutzt werden. Dies deutet auf einen hohen Digitalisierungsgrad hin. Ähnliches gilt für Südkorea.

Deutschland bewegt sich bei den Indikatoren zum Digitalisierungsgrad der Wirtschaft im Mittelfeld. Bei gewerblichen Nachfragern ist auffallend, dass der Anteil von Unternehmen mit Bandbreiten von mindestens 100 Mbit/s relativ gering ist. Frühere Untersuchungen mit einem Fokus auf Deutschland deuten darauf hin, dass dies sowohl mit der lückenhaften Glasfaserabdeckung als auch mit einer häufig geringen zusätzlichen Zahlungsbereitschaft für hochleistungsfähige Glasfaseranschlüsse insbesondere von KMU zusammenhängt.

Mit Blick auf Privatkunden fällt die verhältnismäßig geringe Nutzung von Social Media Anwendungen ins Auge. Auch E-Health- und E-Government-Anwendungen werden in Deutschland eher wenig intensiv genutzt. Gerade E-Health Anwendungen bergen jedoch für die Zukunft gewaltiges Potential.

7 Die Rolle der Öffentlichen Hand

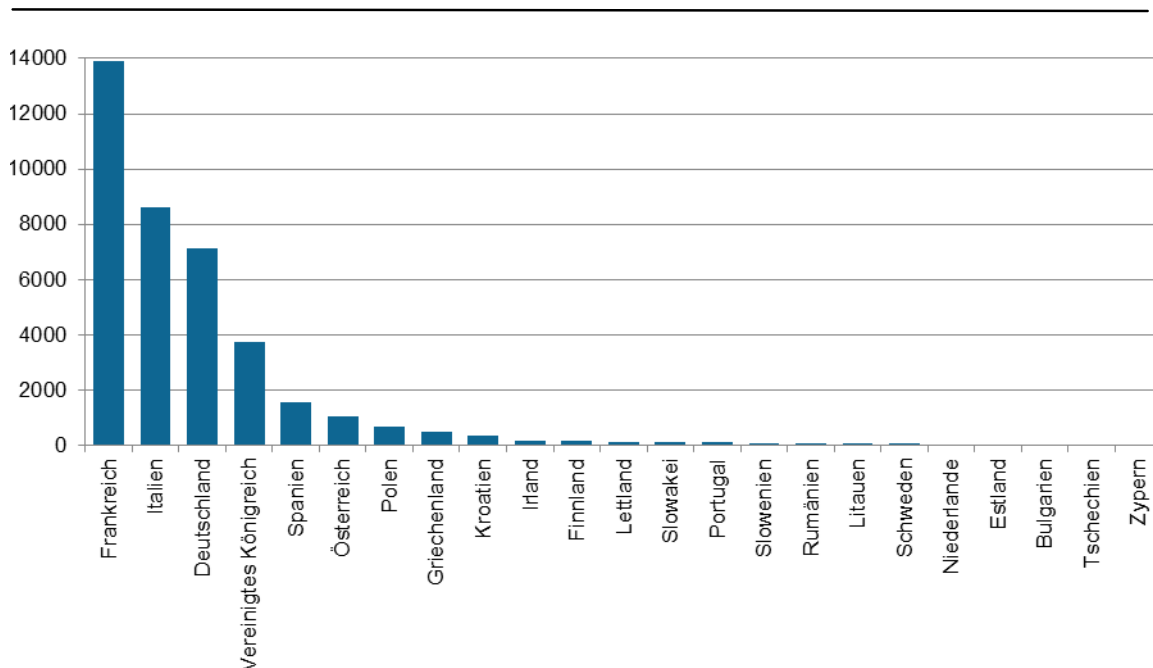
Auf dem Breitbandmarkt beobachten wir in den betrachteten Ländern unterschiedliche Arten, über die der Staat auf das Marktgeschehen Einfluss nimmt. Diese umfassen

- direkte und/oder indirekte angebotsseitige Förderung von Ausbauprojekten
- Maßnahmen zur Steigerung der Durchdringung von digitalen Diensten, welche mittelbar die Nachfrage nach Breitbandanschlüssen fördern,
- Eigenausbauten durch (halb-)öffentliche Betriebe sowie
- Wettbewerbs- und Marktregulierung.

7.1 Öffentliche Förderung

Vergleichbare Daten zur Subventionierung des Breitbandausbaus im Festnetz liegen nur für die europäischen Mitgliedsstaaten vor. In einer Studie aus dem Jahr 2018 hat CERRE einen Überblick über die notifizierte Subventionen in den EU-Mitgliedsstaaten vorgelegt (vgl. Abbildung 7–1).³⁶⁹

Abbildung 7-1: Notifizierte Subventionen für den Breitbandausbau in den EU 28 (in Mio. Euro, 2003-2018)

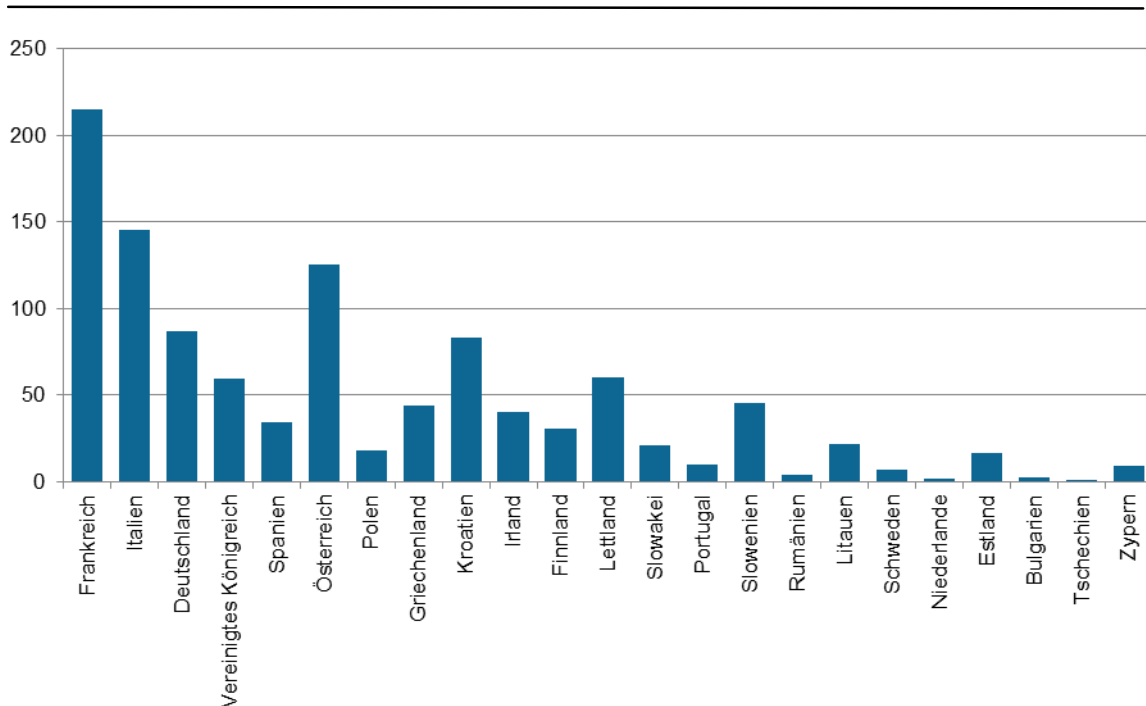


Quelle: WIK basierend auf Daten von CERRE.

³⁶⁹ Vgl. Cerre (2018): State Aid for Broadband Infrastructure in Europe: Assessment and Policy Recommendation.

Bricht man diese auf die Einwohnerzahl herunter, ergibt sich das in Abbildung 7-2 dargestellte Bild.

Abbildung 7-2: Notifizierte Breitbandsubventionen pro Kopf in den EU 28, (2003-2018, in \$ PPP)



Quelle: WIK basierend auf Daten von CERRE (2018).³⁷⁰

Wie die Auswertungen von CERRE zeigen, ist der Umfang der Subventionen, die für den Breitbandausbau in den Mitgliedsstaaten notifiziert worden sind, sehr unterschiedlich. Deutschland nimmt hierbei sowohl bei den absoluten als auch bei den Ausschüttungen pro Kopf einen führenden Platz ein. Wenig überraschend wurden insbesondere in den finanzstarken Ländern mit (relativ) geringer Glasfaserpenetration umfangreiche Fördermittel für den Breitbandausbau notifiziert.

Allerdings ist hierbei zu beachten, dass es sich um notifizierte und nicht um tatsächlich bereits ausgeschüttete Mittel handelt. Darüber hinaus lassen die Zahlen keine Rückschlüsse über den Erfolg und die Effizienz der unterschiedlichen Maßnahmen zu, die sich auf Ebene der Mitgliedsstaaten zum Teil stark unterscheiden.

³⁷⁰ Der angegebene Wert von Frankreich ist insofern dadurch verzerrt, dass die gesamte Summe des Plan Très Haut Débit berücksichtigt wurde. Wie in der Fallstudie zu Frankreich beschrieben, handelt es sich jedoch nur bei einem Bruchteil der Summe um direkte Subventionen.
Vgl. https://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-3610_en.htm

Beispielsweise können bei einer Förderung unerwünschte Nebeneffekte wie eine Verdrängung privater Investitionen durch Fördergelder („crowding-out“) oder ein Attentismus bei den Ausbaubemühungen ergeben.

Schließlich ist zu erwarten, dass sich die Zahl der mit einem Betrag x erschließbaren Haushalte deutlich zwischen den EU-Mitgliedsstaaten unterscheidet selbst wenn es sich in der Regel um Haushalte im ländlichen Bereich handeln wird. Dies legt alleine die Analogie zu den in Kapitel 4.4 diskutierten Faktoren nahe. Hinzu kommen Unterschiede bei den Lohn- und Materialkosten und den Verlegeverfahren.

Auffallend ist, dass der Fokus in den von uns betrachteten Ländern ganz überwiegend auf angebotsseitigen Maßnahmen liegt. Lediglich im Vereinigten Königreich wurde in größerem Umfang über Voucher die Nachfrage aktiv gefördert.

Blickt man auf die Fallstudienkandidaten außerhalb Europas, fällt auf, dass es in den USA große Unterschiede auf Ebene der Bundesstaaten gibt. Hier reicht das Spektrum von Staaten, in denen weiße Flecken über Negativauktionen ausgeschrieben werden, oder Ausbauten durch öffentliche Versorger bis hin zu Staaten, die Gesetze erlassen haben, die ein öffentliches Engagement beim Breitbandausbau explizit ausschließen.

In Japan und Korea gab es auch angebotsseitige Fördermaßnahmen im Festnetz, größeres Gewicht und Einfluss hatte nach unserer Auffassung jedoch die langfristig orientierte nachfrageseitig ausgerichtete Digitalisierungspolitik, unter der auch der Ausbau von Glasfasernetzen zu subsumieren ist. Gerade die koordinierte und eng zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik verzahnte zukunftsgerichtete Digitalisierungspolitik hat offensichtlich einen wichtigen Beitrag dazu geleistet, dass die asiatischen Länder in vielen Indikatoren Spitzenpositionen einnehmen. Letzteres gilt sicherlich auch für China, wo systembedingt der politische Einfluss noch ausgeprägter als in Japan und Südkorea ist.

7.2 Die öffentliche Hand als Anbieter

Neben Fördermaßnahmen auf der Angebots- und der Nachfrageseite spielt die öffentliche Hand in vielen Mitgliedsstaaten auch als Anbieter eine relevante Rolle. Ähnlich wie in Deutschland engagieren sich auch in anderen Ländern wie Schweden, der Schweiz oder Dänemark öffentliche oder teilweise öffentliche Energieversorgungsunternehmen (EVU) im Glasfaserausbau, sei es als Wholesale-only-Anbieter ohne eigene Retail-Aktivitäten oder als vertikal-integrierte Anbieter, die die komplette Wertschöpfungskette abdecken. Auch wenn dies häufig zu einer gewissen Kleinteiligkeit des Marktes führt, da lokale bzw. regionale EVUs in der Regel nur in einem begrenzten Teil des Marktes aktiv sind, muss dies nicht notwendigerweise zu einer reduzierten Ausbauintensität, einer geringeren Nachfrage oder gar neuen regionalen Monopolen führen.

Unsere Analysen zeigen, dass eher das Gegenteil der Fall ist. Gerade im ländlichen Bereich findet der Glasfaserausbau sehr häufig durch EVUs in kommunalem (Mit-) Besitz statt. Schweden, Dänemark und die Schweiz haben sehr stark von solchen Initiativen profitiert. In Dänemark spielen dabei auch Genossenschaften als Organisationsformen eine wichtige Rolle.

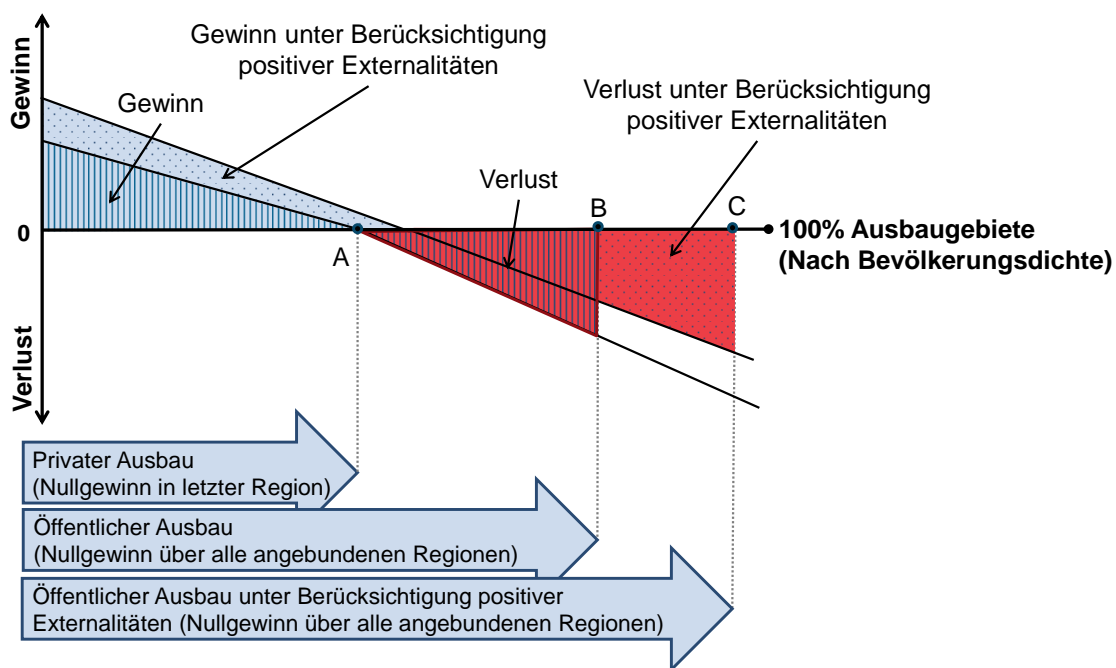
Aus ökonomischer Sicht lässt sich einfach erklären, warum kommunale Unternehmen beim Ausbau im ländlichen Raum Vorteile gegenüber privaten Investoren aufweisen:³⁷¹ Öffentliche Entscheidungsträger unterliegen einem anderem Investitionskalkül als privatwirtschaftliche Akteure. Dieses ist in Abbildung 7-3 stilisiert dargestellt. Ein gewinnorientiertes Unternehmen wird Investitionen tätigen, wenn es erwartet, damit einen Gewinn zu erzielen. Berücksichtigt man die unterschiedliche Profitabilität in Regionen, so wird der Breitbandausbau, ausgehend von den Regionen mit der höchsten Profitabilität, bis in jene Region erfolgen, die gerade noch den Break-Even (Nullgewinn) ermöglicht (Punkt A).

Ein Investor, der nicht am Gewinnziel, sondern am Ziel der Wohlfahrtsmaximierung ausgerichtet ist, wird demgegenüber den Breitbandausbau soweit vorantreiben, dass die Kostendeckung über alle erschlossenen Regionen realisiert wird. Im Rahmen dieses Investitionskalküls würde also Quersubventionierung erfolgen, so dass die Gewinne in den profitablen Regionen gerade gleich den Verlusten in den Regionen wären, die nicht kostendeckend erschlossen werden könnten (Punkt B).

Positive Effekte, wie beispielsweise eine Erhöhung der Beschäftigungszahlen oder eine höhere Wettbewerbsfähigkeit werden bei der privatwirtschaftlichen Bewertung der Rentabilität einer Investition nicht einbezogen. Für Kommunen und Gemeinden stellen diese positiven Externalitäten jedoch einen zusätzlichen „Gewinn“ dar, so dass der Breitbandausbau auch in weniger dicht besiedelten Gebieten rentabel weil wohlfahrts-erhöhend ist. Im Beispiel in Abbildung 7-3 wird dies durch eine Verschiebung der Gewinnkurve illustriert, so dass der Ausbau sogar in Regionen mit noch geringerer Bevölkerungsdichte erfolgen kann (Punkt C).

371 Vgl. hier und im folgenden Wernick, C., Bender C. (2017): The Role of Municipalities for Broadband Deployment in Rural Areas in Germany: An Economic Perspective, in: DigiWorld Economic Journal No. 105 - Connected Cars & Future of the Mobile Ecosystem, 1st quarter 2017.

Abbildung 7-3: Entscheidungskalkül öffentlicher und privater Investoren beim Breitbandausbau



Quelle: WIK in Anlehnung an Inderst et al. (2011).

Dazu kommen weitere Unterschiede, die beim Breitbandausbau durch Kommunen berücksichtigt werden können und sich positiv auf Investitionsentscheidungen auswirken:

- Zukunftsfähigkeit der Infrastruktur
- Höhere Penetrationsraten aufgrund lokalen Engagements
- Längere Amortisationszeiträume
- Synergien mit anderen kommunalen Infrastrukturen (mit möglicherweise starken Auswirkungen auf die zugrundeliegenden Business Cases)

Zusammengefasst ist es daher wahrscheinlich, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Kommune bzw. eines verbundenen Unternehmens zu anderen Ergebnissen führen wird, als dies bei einem rein kommerziell getriebenen privatwirtschaftlichen Ansatz der Fall ist.

Hinzu kommt, dass Glasfaserinfrastrukturen für EVUs auch andere Geschäftsmodelle neben der Vermarktung von Internetanschlüssen und Konnektivität eröffnen.

7.3 Festnetzregulierung

In Hinblick auf die Markt- und Wettbewerbsregulierung sind zwischen den betrachteten Ländern große Unterschiede zu beobachten. Unter den betrachteten Ländern mit den höchsten Technologiemarktanteilen für FTTB/H finden sich sowohl Kandidaten mit weitgehend deregulierten Märkten wie Südkorea als auch Kandidaten, bei denen das marktbeherrschende Unternehmen einer Vorleistungsregulierung auch für Glasfaserprodukte unterliegt, wie beispielsweise Schweden. Eine weitreichende symmetrische Regulierung beobachtet man aktuell nur in Frankreich, eine regulatorisch verfügte Öffnung der Kabelnetze in den Niederlanden (welche jüngst jedoch höchstinstanzlich widerrufen wurde) und in Südkorea (jedoch mit geringer praktischer Relevanz). Mit Blick auf die Regulierungsintensität im Festnetz bewegt sich Deutschland unter den betrachteten Ländern im Mittelfeld.

Aufgrund der Bandbreite der verfolgten Regulierungsstrategien, die immer auch vor dem Hintergrund der nationalen Besonderheiten gesehen werden müssen, lassen sich keine offensichtlichen Muster ableiten oder Zusammenhänge zur Verbreitung und Nutzung von Gigabitdiensten ziehen. Dies bedeutet aber im Umkehrschluss natürlich nicht, dass von einer Markt- und Wettbewerbsregulierung keine Einflüsse auf die Investitionsentscheidungen ausgehen. In Anbetracht der langen Amortisationsdauern von Infrastrukturinvestitionen sollte Regulierung in jedem Falle durch Konstanz und Berechenbarkeit charakterisiert sein.³⁷² Grundsätzlich sollten Regulierungsstrategien und insbesondere konkrete Entscheidungen vor dem Hintergrund der Rahmenbedingungen im jeweiligen Land und Markt beurteilt werden.

Auffällig ist, dass unsere Analysen einen Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit und Nutzung von Gigabitanschlüssen und den Auswahlmöglichkeiten für Nachfrager nahe legen; d.h., dass Wettbewerb, unabhängig davon wie dieser erreicht wird, eine hohe Relevanz hat. Dies könnte nicht nur preisbedingt sein (da in der Regel davon auszugehen ist, dass in einem wettbewerblichen Markt die Preise niedriger sind als wenn nur ein Unternehmen einen Dienst anbietet), sondern auch den begleitenden Marketing- und Vertriebsmaßnahmen geschuldet sein, die die Aufmerksamkeit und das Interesse auf die entsprechenden Produkte rücken.

Interessanterweise haben entsprechende Erwägungen bei der Einführung von 5G in Südkorea eine Rolle gespielt. Hier legte die Regierung großen Wert darauf, dass die Markteinführung als konzertierte Aktion aller drei Mobilfunkhersteller stattfand.³⁷³

In Südkorea konnte sich auf Haushaltsebene aufgrund sehr niedriger Verlegungskosten Infrastrukturwettbewerb zwischen mehreren FTTB/H-Anbietern entwickeln, der dazu

³⁷² Vgl. Wernick, C. (2007): Strategic Investment Decisions in Regulated Markets: The Relationship Between Infrastructure Investments and Regulation in European Broadband, Wiesbaden, 2007.

³⁷³ <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/mobilfunk-suedkorea-beansprucht-den-sieg-im-rennen-um-das-erste-5g-netz/24182338.html>

führt, dass in Südkorea die mit Abstand schnellsten Leitungen zu den günstigsten Preisen zur Verfügung stehen. Auch in europäischen Staaten mit günstigen Verlegebedingungen gibt es (zumindest in dicht besiedelten Zonen) Infrastrukturwettbewerb zwischen mehreren FTTB/H-Anbietern, der durch symmetrische Regulierungsmaßnahmen beim Zugang zu Ducts und Poles vorgegeben oder befördert wird. Einen intensiven Wettbewerb *auf* dem Netz sehen wir hingegen in Schweden. Hierbei sind positive Auswirkungen von Wholesale-only-Modellen zu beobachten.

In Anbetracht der Ausbaurkosten ist zweifelhaft, dass in Deutschland außerhalb der Ballungsräume ein Infrastrukturwettbewerb zwischen mehreren FTTB/H-Netzen zu erwarten ist. Hier erscheint zumindest mit Blick auf FTTB/H ein Wettbewerb auf dem Netz als das deutlich wahrscheinlichere Szenario. Hier können die skandinavischen Länder als Vorbild dienen, gerade was den kommerziell verhandelten Zugang zu den Glasfaserinfrastrukturen alternativer Anbieter angeht. Darüber hinaus dürften auch Kooperationsmodelle und möglicherweise freiwillige Ausbauszusagen einzelner Anbieter wie in Frankreich in Zukunft eine Rolle spielen.

7.4 Mobilfunkregulierung

In fast allen betrachteten Fallstudienkandidaten wird das Thema Infrastruktursharing intensiv diskutiert. Der Umfang geht dabei deutlich über die passive Nutzung von Standorten hinaus und umfasst auch aktives Equipment und kommerzielle Roaming-Vereinbarungen. Führend sind in diesem Feld die skandinavischen Länder sowie das Vereinigte Königreich. Da Infrastruktursharing ein wirksames Instrument zur Senkung der Ausbaurkosten ist und die Zahl der Antennen von Basisstationen beim 5G-Ausbau im Vergleich zu heute deutlich steigen wird, ist davon auszugehen, dass das Thema in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird.

Gerade in Ländern, die bei der Mobilfunkverfügbarkeit und -qualität eher zurückliegen, war in jüngster Zeit die Tendenz zu Absprachen zwischen der Öffentlichen Hand und den Mobilfunkbetreibern zu beobachten, bei denen im Gegenzug für eine Verlängerung der Frequenzlaufzeiten (Frankreich) oder ein Entgegenkommen bei den Zahlungsbedingungen (Deutschland) Zusagen der Netzbetreiber für die Verbesserung der Versorgung bzw. die Beschleunigung des Ausbaus getätigt worden sind.

Direkte Subventionen für den Ausbau von Mobilfunknetzen waren in Europa in der Vergangenheit nicht die Regel. Das Mobilfunkförderprogramm, welches im Rahmen der Mobilfunkstrategie in Deutschland vorgesehen ist, stellt einen neuen Ansatz dar, um

eine Abdeckung in Gebieten zu erreichen, die bisher nicht erschlossen werden konnten.³⁷⁴

In Südkorea wurden Steuererleichterung für den Ausbau der 5G-Netze außerhalb des Großraums Seoul, in dem rund die Hälfte der Koreaner lebt, beschlossen, um Investitionsanreize zu schaffen.³⁷⁵ In China, wo der Staat an allen drei Mobilfunkbetreibern Beteiligungen hält, deren Antennenstandorte wiederum von einem gemeinsamen Joint Venture ausgerollt werden, ist es für Außenstehende nicht möglich, die Grenze zwischen Subventionen und eigenwirtschaftlichen Investitionen zu ziehen.

In Japan und Deutschland wurde zudem Spektrum für die Nutzung durch lokale Anwender vorgesehen.

Grundsätzlich gibt es drei Hauptvarianten zur Vergabe von Frequenzen: die direkte Vergabe, Beauty Contests und Auktionen. Auktionen sind volkswirtschaftlich effizient, da sie einen Wettbewerb in den Vergabeprozess der Frequenzen einbringen. Das Spektrum weist für die Auktionsteilnehmer einen unterschiedlichen Wert auf: Diejenigen Teilnehmer werden die höchsten Angebote abgeben, welche die Frequenzen am effizientesten nutzen können. Dagegen beruhen alternative Zuweisungsmechanismen, wie beispielsweise "Beauty Contests", auf Urteilen von Frequenzregulierern, die subjektiv sein können und von den betroffenen Netzbetreibern verfälscht werden können. Dies hat auch Relevanz für den Fall, dass Außenstehende den Gerichtsweg beschreiten und gegen die Lizenzvergabe klagen.

Einer der Hauptgründe für die breite Akzeptanz von Frequenzauktionen in der wissenschaftlichen Welt ist, dass „Beauty Contests“ in der Vergangenheit häufig nicht zu den geplanten bzw. erwünschten Ergebnissen geführt haben.³⁷⁶ Eine Schwierigkeit beim Vergleich von Auktionen und Beauty Contests entsteht dadurch, dass Länder mit weniger Netzbetreibern in der Tendenz häufiger Beauty Contests gewählt haben. Eine geringere Marktfragmentierung und somit weniger Anbieterwechsel können dazu führen, dass die Netzbetreiber mehr Ressourcen für den Netzausbau und die Gewinnung neuer Kunden, auch in ländlichen Gebieten, zur Verfügung stellen können.

Hingegen gibt es in China weder Auktionen noch Beauty Contests bei der Vergabe des Spektrums. Hier werden lediglich administrative Vorgaben bei der direkten Vergabe von Lizenzen und Frequenzen getätigt.³⁷⁷

374 Vgl. Bundesregierung (2019): Mobilfunkstrategie: 5-Punkte-Plan zur Beschleunigung von Planung, Genehmigung und Ausbau von 4G- und 5G-Netzen sowie zur Schließung von Mobilfunklücken im 4G-Netz, Berlin, September 2019.

375 <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/mobilfunk-suedkorea-beansprucht-den-sieg-im-rennen-um-das-erste-5g-netz/24182338.html>

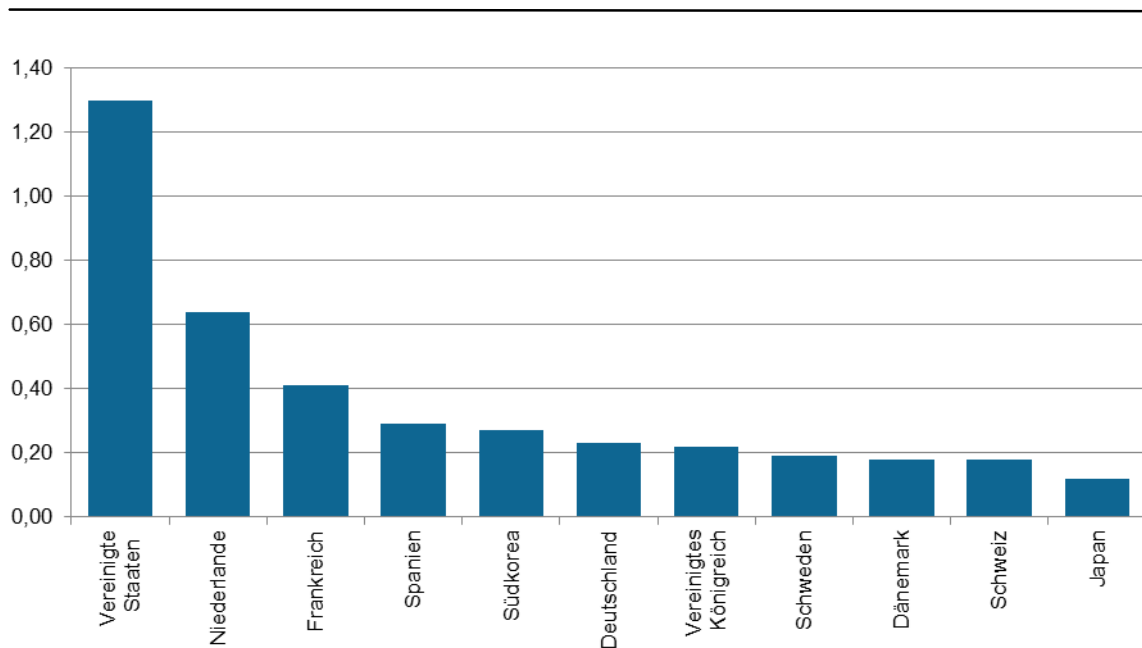
376 <https://www.ericsson.com/4a7cc7/assets/local/policy-makers-and-regulators/optimizing-spectrum-assignments-to-deliver-expansive-5g-connectivity.pdf> und <https://ecfsapi.fcc.gov/file/10417556600122/Analysys%20Mason%20Global%20Race%20To%205G%20Report.pdf>.

377 <http://www.kalbainternational.com/news-posts/the-best-way-to-issue-5g-spectrum-lessons-from-china.html>

In Europa sehen wir aktuell eine Präferenz für Auktionen als Mechanismus zur Frequenzvergabe. In Frankreich, wo es relativ weit gediehene Überlegungen für die Vergabe in Form eines Beauty Contests gab, hat man sich letztendlich gegen einen Beauty Contest entschieden.

Für das seitens der Marktteilnehmer aufgeführte Argument, dass die mangelnde Abdeckung auf die im internationalen Vergleich besonders hohen Kosten für Lizenzen zurückzuführen ist, liefern die Ergebnisse unserer Analyse zumindest hinsichtlich der Ausgaben für 4G-Spektrum keine Untermauerung. Im Auftrag der GSMA hat NERA die Ausgaben für 4G-Spektrum (Kosten pro MHz pro Kopf) errechnet. NERA erfasst in seiner Datenbank Zahlungen für Spektrum in den für 4G genutzten Frequenzbändern von 2008 bis 2016. Dies beinhaltet Auktionszahlungen, direkte Zahlungen wie auch möglicherweise anfallende jährliche Gebühren. Nicht berücksichtigt sind in den Zahlen jedoch die mit weiteren Kosten verbundenen Versorgungsaufgaben, welche das Kalkül der Bieter und damit die Auktionsergebnisse ebenfalls beeinflussen.

Abbildung 7-4: Kosten für 4G-Spektrum (je MHz, je Einwohner, in \$ PPP)



Quelle: WIK basierend auf Daten von NERA.

Die Zahlen die NERA im Auftrag der GSMA errechnet hat, weisen aus, dass in Deutschland die Lizenzkosten für 4G mit 0,23 Euro pro MHz und Kopf im Vergleich der von uns betrachteten Ländern vergleichsweise niedrig und auf ähnlichem Niveau wie in Großbritannien und den skandinavischen Ländern lagen.

7.5 Zwischenfazit

Die Rolle der öffentlichen Hand für die Entwicklungen in einer von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) geprägten Welt hängt stark von der jeweiligen Situation vor Ort und historischen Pfadabhängigkeiten ab. Die Entwicklungen in Südkorea, Japan und China sind geprägt durch ganzheitliche, langfristig ausgelegte Digitalisierungsstrategien mit einer starken Rolle der öffentlichen Hand. In Kapitel 8.4 soll dargestellt werden, wie in diesem Zusammenhang in Südkorea vorgegangen wurde und welche Rückschlüsse sich daraus für Deutschland ziehen lassen.

Mit Blick auf den Einsatz von Fördermitteln für den Breitbandausbau im Festnetz ergibt sich ein ambivalentes Bild. Aussagekräftige Primärquellen, die ein ausgewogenes Bild über die tatsächlich realisierten Beihilfen und deren Effizienz im Ländervergleich differenziert ausweisen, liegen nicht vor. Sekundärquellen deuten darauf hin, dass in Frankreich und Deutschland die umfangreichsten Fördermittel für den Breitbandausbau unter den untersuchten europäischen Ländern notifiziert worden sind. Da die entsprechenden Programme auf Länderebene jedoch unterschiedlich weit fortgeschritten sind, lassen sich kaum Rückschlüsse über deren Effizienz ziehen. In Südkorea und Japan hat das Thema Breitbandförderung geringe Relevanz, gleiches gilt für einige europäischen Mitgliedsstaaten (Niederlande, Dänemark). In den USA sehen wir diesbezüglich starke Unterschiede zwischen den Bundesstaaten.

In einigen Ländern, insbesondere in Skandinavien, spielt die Öffentliche Hand über Kommunen bzw. über verbundene kommunale Unternehmen eine wichtige Rolle als Anbieter beim Breitbandausbau. Es gibt Hinweise, dass dies insbesondere einen positiven Einfluss auf Ausbaumaßnahmen im ländlichen Raum hatte.

Auch bei der Regulierung im Festnetz beobachten wir deutliche Unterschiede. USA und Südkorea sind innerhalb unseres Samples die Länder mit der niedrigsten Regulierungsintensität. Während in Südkorea eine flächendeckende Glasfaserversorgung zu attraktiven Konditionen über zahlreiche parallele Netze besteht, sind in den USA die Preise für Festnetzprodukte sehr hoch, die Wahlmöglichkeiten der Konsumenten beschränkt und die Abdeckung mit gigabitfähigen Netzen regional sehr unterschiedlich. Auch innerhalb Europas sehen wir trotz eines einheitlichen Rechtsrahmens deutliche Unterschiede. In einigen Ländern ist eine Verlagerung von asymmetrischen, d.h. nur auf das marktbeherrschende Unternehmen ausgerichteten, hin zu symmetrischen Regulierungsverpflichtungen (die für alle Marktteilnehmer gelten) zu beobachten (Frankreich). Es gibt aber auch Länder in denen die marktbeherrschenden Unternehmen Zugang zu gigabitfähiger Infrastruktur zu regulierten Konditionen gewähren müssen (Schweden). Deutschland bewegt sich unter der betrachteten Länder bei der Regulierungsintensität im Mittelfeld.

Auch mit Blick auf die Regulierung der Mobilfunkmärkte gibt es signifikante Unterschiede. Während die Frequenzvergabe in Europa in der Regel über Auktionen erfolgt, ist

dies in Asien nicht der Fall. Dort werden Frequenzen häufig direkt (unter bestimmten Auflagen) oder über Beauty Contests vergeben.

In Anbetracht der steigenden gesamtwirtschaftlichen Relevanz flächendeckender leistungsfähiger Mobilfunkinfrastrukturen rücken zunehmend neue Ansätze in den Fokus, die das Ziel verfolgen, bestehende Lücken schnell zu schließen und eine leistungsfähige Versorgung sicherzustellen. Hierunter fallen Fördermaßnahmen und die Vergabe von Frequenzspektrum für lokale Campusnetze.

8 Ansätze zur Bewältigung aktueller Herausforderungen auf dem deutschen Telekommunikationsmarkt

Die internationalen Fallstudien haben Ansätze und Strategien identifiziert, die vor dem Hintergrund der Herausforderungen auf dem deutschen Markt im Folgenden detaillierter betrachtet werden sollen.

Mit Blick auf die nationalen Festnetzmärkte gehen wir im Folgenden näher auf die Situation im Vereinigten Königreich und in Dänemark ein. Das Vereinigte Königreich ist neben Deutschland das zweite Land in unserem Sample, in dem der Breitbandausbau in den letzten Jahren überwiegend auf Basis der VDSL- und Vectoring-Technologie stattgefunden hat. Vor diesem Hintergrund steht man im Vereinigten Königreich vor einer ähnlichen Herausforderung wie in Deutschland, da aufgrund der Zeitintensität der Ausbaumaßnahmen der großflächige Ausbau von FTTB/H-Infrastrukturen kurzfristig und mit Nachdruck vorangetrieben werden muss, auch wenn die Bedürfnisse eines großen Teils der Privatkunden heute noch über Vectoring- oder Super-Vectoring-Technologie befriedigt werden können.

Als zweites Fallbeispiel greifen wir Dänemark heraus. In Dänemark wird, ähnlich wie in Deutschland, der Ausbau von FTTB/H maßgeblich durch lokale und regionale Marktteilnehmer vorangetrieben. In diesem Zusammenhang ist von Interesse, welche Implikationen dies auf die Markt- und Wettbewerbsstrukturen hat, insbesondere, wenn der FTTB/H-Ausbau überwiegend komplementär erfolgt.

Mit Blick auf die Mobilfunkmärkte werden Schweden und Südkorea hervorgehoben. Schweden zeichnet sich trotz einer herausfordernden Topologie und Besiedelungsstruktur durch leistungsstarke Mobilfunknetze aus. In großem Stile werden dort auch Maßnahmen zum Infrastruktursharing eingesetzt.

Südkorea ist führend in vielen Bereichen der Digitalisierung und ganz aktuell beim Ausbau von 5G. Hier ist es insbesondere von Interesse, welche Auswirkungen von einer ganzheitlichen Digitalisierungsstrategie auf Angebot und Nachfrage ausgehen können.

8.1 Ansätze zur Förderung des FTTB/H-Ausbaus im Vereinigten Königreich

Um die politische Zielsetzung einer flächendeckenden Erschließung mit Gigabitanschlüssen im Vereinigten Königreich zu realisieren, wurden in UK verschiedene Schritte initiiert. Diese betreffen insbesondere die Regulierungsstrategie und die öffentliche Förderung:

Ofcom hat im vergangenen Jahr einen eigenen (Produkt-)Markt für Wholesale-Zugang zu physischer Infrastruktur (Leerrohre und Masten) definiert. Innerhalb dieses Marktes wurden vier geografische Märkte untersucht, unterteilt nach dem Grad des Vorhandenseins von Infrastrukturwettbewerb. In jedem dieser geografischen Märkte wurde

eine signifikante Marktmacht von BT/Openreach³⁷⁸ über die physische Infrastruktur festgestellt, woraufhin eine Zugangsverpflichtung inkl. Ex-ante-Preisregulierung festgelegt wurde.

Dieses Modell soll Anreize für den Ausbau von Glasfaserinfrastruktur im Zugangsnetz schaffen. Ohne den Zugang zur physischen Infrastruktur sind bei den initial eher niedrigen erwarteten Take-Up-Raten von FTTB/H bei Haushalten, die schon FTTC nutzen, die Ausbaukosten für alternative Anbieter zu hoch. Der Zugang zu physischer Infrastruktur bietet damit für alternative Carrier einen Marktzugang und erhöht zugleich den Wettbewerbsdruck auf Openreach, selbst FTTB/H auszubauen, um Marktanteilsverluste zu vermeiden. Insofern soll eine regulatorische Maßnahme, die im ersten Schritt Wettbewerber besser stellt, zu einer Gegenreaktion des Incumbents führen und damit in Summe die Versorgung mit hochbandbreitigen Glasfaseranschlüssen in der Breite verbessern.

Für den Incumbent Openreach, der Stand Mitte 2018 ca. 90 % der Haushalte mit FTTC versorgt hatte, ist der Ausbau von FTTB/H in dicht besiedelten Gebieten im Vergleich zu anderen Ländern relativ kostengünstig realisierbar, da im Vereinigten Königreich auch im Zugangsnetz umfassende Leerrohrinfrastrukturen zur Verfügung stehen. Schätzungen gehen davon aus, dass die Kosten zur Überbrückung der letzten Meile für Openreach in mindestens 50 % des Landes bei 300-400 britischen Pfund pro Anschluss liegen. Schwieriger gestaltet sich diesbezüglich der Ausbau in ländlichen Gegenden, da dort bis zu zehnmal höhere Kosten je Anschluss entstehen können.³⁷⁹

Die zu beobachtende jüngere Marktdynamik deutet darauf hin, dass die Strategie von Ofcom aufgehen könnte. Mehrere Netzbetreiber haben in jüngster Zeit Ausbaumaßnahmen angekündigt:

- der Incumbent Openreach hat angekündigt bis 2020 3 Millionen Gebäude an sein FTTB/H-Netz anzuschließen (1,2 Millionen davon sind schon angeschlossen) und plant bis 2025 10 Millionen Haushalte mit Glasfaser zu versorgen.
- CityFibre und Vodafone planen die Erschließung von 5 Millionen Haushalten bis 2025.³⁸⁰
- Virgin Media möchte bis Ende 2020 4 Millionen Gebäude mit FTTB/H erschließen.

378 Openreach als Incumbent im Kupfernetz ist ein Wholesale-only-Anbieter. Der Anbieter ist ein Tochterunternehmen der BT Group (British Telecom).

379 Vgl. Jackson, M. (2019): Openreach FTTP – Final 10% of UK Likely to Cost £4000 Per Premises. In: ispreview.co.uk. 05.08.19. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.ispreview.co.uk/index.php/2019/08/openreach-ftp-final-10-of-uk-likely-to-cost-4000-per-premises.html>

380 CityFibre als Wholesale-only-Anbieter nutzt in diesem Fall Vodafone als Vertriebspartner um den Netzausbau in mehreren Städten voranzutreiben. Siehe: <https://www.cityfibre.com/news/vodafone-cityfibre-bring-gigabit-speed-fibre-uk/>

- FibreNation (Tochter von TalkTalk) plant 3 Millionen Haushalte mit Glasfaser zu erschließen, jedoch ohne konkreten Zeitrahmen.
- Auch Hyperoptic möchte seinen Footprint um 50 Städte erweitern.³⁸¹

Auch wenn fraglich ist, ob sämtliche Pläne in vollem Umfang und innerhalb der kommunizierten Zeitspannen in die Tat umgesetzt werden, ist eine deutliche Intensivierung der Ausbaudynamik zweifelsohne vorhanden, die sich auch in den einschlägigen Statistiken niederschlagen wird.

Auch mit Blick auf die Förderung wird im Vereinigten Königreich ein alternativer Ansatz beschritten. Hier ist der Fokus auf die Nachfrageseite auffällig. Dies begann Ende 2013 mit dem „Broadband Connection Voucher Scheme“, bei dem die Einrichtungs- bzw. Upgradekosten für Breitbandanschlüsse für kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) mit mindestens 30 Mbit/s Bandbreite gefördert wurden. Im Laufe dieses Förderprogramms wurden 92.000 KMUs mit Anschlüssen ausgestattet.³⁸²

Im März 2018 wurde mit dem „Gigabit Broadband Voucher Scheme“ ein Programm zur Förderung zukunftsfähigerer Anschlüsse eingeführt. Hier werden Anschlüsse mit mindestens 100 Mbit/s Bandbreite, die gigabitfähig sind (also FTTB/H oder Kabel) gefördert, mit £500 pro Haushalt³⁸³ bzw. £2.500 pro KMU und einem Gesamtvolumen von £67m. Für den ländlichen Raum gibt es eine zusätzliche Förderung.³⁸⁴

Bei der nachfrageorientierten Förderung über Voucher nimmt UK eine Vorreiterrolle ein, an der sich immer mehr Staaten und Regionen ein Beispiel nehmen. So startete die griechische Regierung Anfang 2019 ein Voucher-Förderprogramm und auch in Italien ist ein solches geplant.

Mit Blick auf die Übertragbarkeit der in UK angewandten Maßnahmen auf Deutschland ergibt sich ein ambivalentes Bild. Zugangsverpflichtungen für Ducts and Poles haben sich in verschiedenen europäischen Mitgliedsstaaten als probates Mittel zur Beschleunigung der FTTB/H-Ausbauaktivitäten erwiesen (Spanien, Portugal). Allerdings setzt ein großflächiger Erfolg einer solchen Maßnahme voraus, dass entsprechende Infrastrukturen insbesondere im Anschlussbereich verfügbar sein müssen. Dies ist nach Meinung vieler Experten in Deutschland jedoch nicht der Fall.

³⁸¹ Vgl. Ofcom (2018): Connected Nations 2018 Main Report, S. 4. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0020/130736/Connected-Nations-2018-main-report.pdf

³⁸² Eine detaillierte Beschreibung und erste Analyse des Programms findet sich in: Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C.; Gries, C. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland. Elektronisch verfügbar unter:

https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf

³⁸³ Haushalte müssen um förderfähig zu sein Teil eines „group project“ sein, also einen Antrag stellen mit mehreren Haushalten und Unternehmen. Dies gilt nicht für die Förderung im ländlichen Raum.

³⁸⁴ Vgl. Department for Digital, Culture, Media & Sport (2019): Gigabit Broadband Voucher Scheme Elektronisch verfügbar unter: <https://gigabitvoucher.culture.gov.uk/>

Eine nachfrageseitige Förderung über Voucher wird in Deutschland ebenfalls intensiv diskutiert.³⁸⁵ Auf Länderebene wird dieses im Saarland bereits für Gewerbetreibende sowie gemeinnützige und kulturelle Einrichtungen eingesetzt. In Baden-Württemberg befindet sich ein Pilotprojekt in der Vorbereitung, welches sich an Privatkunden richten soll. Eine Voucher-Förderung könnte als flankierende Maßnahme zur breit praktizierten angebotsseitigen Förderung Anreize für den Ausbau und die Migration hin zu FTTB/H in Deutschland schaffen und damit ein sinnvolles Instrument darstellen.

8.2 Erfahrungen aus dem FTTB/H-Ausbau im ländlichen Raum in Dänemark

Die vergleichsweise hohe Abdeckung mit Glasfaser in Dänemark, insbesondere auch im ländlichen Raum, ist auf die Beteiligung von kommunalen Unternehmen und Energieversorgern am FTTB/H-Ausbau zurückzuführen. Der Incumbent TDC, der über ein Kupfer- und ein Kabelnetz verfügt, hat in der Vergangenheit nur in sehr geringem Maße selbst FTTB/H ausgebaut.

Die Energieversorgungsunternehmen in Dänemark sind häufig als Genossenschaften organisiert und das Marktpotential dieser Unternehmen bestimmt sich aus den Haushalten, die durch das Energieversorgungsnetz abgedeckt werden. Die Ausbauziele mancher Netzbetreiber hängen zwar von der Nachfrage der Haushalte nach Glasfaser ab, aber die meisten Netzbetreiber zielen auf eine Abdeckung ihrer Genossenschaftsmitglieder von mindestens 80 %, häufig aber auch 100 %. Anfänglich konzentrierte sich der Glasfaserausbau auf Regionen, die nicht durch Kabelnetze erreicht werden konnten, allerdings verlagert sich der Glasfaserausbau mittlerweile auf Haushalte, die nach dem Ausbau sowohl mit FTTB/H und als auch Kabel versorgt werden, wenn die Energieversorgungsunternehmen die Reichweite ihrer Netze vergrößern möchten. Dies bedeutet, dass die Versorger sich in der Lage sehen, Kabelnetzinfrastruktur eigenwirtschaftlich und profitabel zu überbauen.

³⁸⁵ Vgl. z.B. Monopolkommission (2019): Staatliches Augenmaß beim Netzausbau, 11. Sektorgutachten Telekommunikation, 2019 und Kühling, J. et al. (2019): Rechtsgutachten über rechtliche Herausforderungen bei der Schaffung von Anreizen für einen flächendeckenden Ausbau von Glasfaserinfrastrukturen, Z30/SEV/288.3/1784/DG13, erstellt im Auftrag des BMVI, 2019.

Abbildung 8-1: Energieversorgungsunternehmen mit Glasfasernetzen in Dänemark



Quelle: <https://www.danskenergi.dk/fakta-fokus/fibernet>.

Der größte Glasfasernetzbetreiber Norlys ist aus dem Merger zwischen SE Stofa und Eniig hervorgegangen und versorgt 40 % der Haushalte in Dänemark mit Glasfaser und Kabel (SE Stofa betreibt auch ein Kabelnetz). Andere Glasfasernetzbetreiber sind deutlich kleiner und lokal oder regional unterwegs, d.h. der Markt ist ähnlich wie in Deutschland kleinteilig und fragmentiert. 25 % der Haushalte in Dänemark werden über Genossenschaften und Hausverwaltungen versorgt.

Der Incumbent TDC hat Investitionen in Glasfaser angekündigt, allerdings nicht in Gebieten, die bereits mit Glasfaser durch alternative Netzbetreiber versorgt werden. TDC verfolgt im Netzausbau die Strategie, mit den Energieversorgungsunternehmen zu kooperieren. Bisher nutzt TDC Vorleistungsdienste von eniig norlys und EWII, es bleibt abzuwarten, ob weitere Netzbetreiber hinzukommen z.B. im Rahmen der Wholesale Plattform OpenNet, die von eniig norlys betrieben wird. Die Öffnung der Netze erfolgte anfangs zögerlich, wobei aktuelle Aussagen darauf hindeuten, dass die Zahl kommerzieller Vereinbarungen zunimmt. Als Hemmnis für den Abschluss kommerzieller Vereinbarungen stellt sich dar, dass auf dem dänischen Markt parallel mehrere proprietäre Wholesale-Schnittstellen im Einsatz sind. Dies erschwert entsprechende Einigungen und erhöht die Transaktions- und Implementierungskosten deutlich, wenn verschiedene

unterschiedliche Systeme und Prozesse im Kundenlebenszyklus systemisch integriert werden müssen.

Vergleicht man den dänischen und den deutschen Festnetzmarkt fällt zunächst auf, dass in beiden Ländern der FTTB/H-Ausbau in wesentlichen Teilen durch alternative Wettbewerber getragen wird. Allerdings ist die Entwicklung in Dänemark in einigen Bereichen weiter fortgeschritten als in Deutschland. Dies betrifft nicht nur die Verfügbarkeit und Nutzung von gigabitfähigem Breitband, sondern auch die Konsolidierung der Anbieterlandschaft. Vor dem Hintergrund, dass der FTTB/H-Ausbau weitgehend komplementär stattfindet und die Nachfrage nach hohen Bandbreiten stetig wächst, gewinnen kommerzielle Vorleistungsvereinbarungen zwischen regionalen FTTB/H-Anbietern und dem Incumbent an Bedeutung. Diesbezüglich zeigt das Beispiel Dänemark die Wichtigkeit der Nutzung branchenweit einheitlicher und anbieterübergreifender Wholesaleplattformen und Schnittstellen. Offensichtlich hat die parallele Existenz verschiedener proprietärer Lösungen die Verhandlungen über den Netzzugang zwischen TDC und regionalen Anbietern erschwert.

Mit Blick auf den Ausbau im ländlichen Raum ist der Einsatz des Genossenschaftsmodells in Dänemark bemerkenswert. Dieses ermöglicht es, FTTB/H-Netze in dünn besiedelten Gebieten ohne umfangreiche Förderung in einem hohen Verdichtungsgrad auszubauen.

8.3 Infrastruktursharing und Mobilfunkversorgung im ländlichen Raum in Schweden

Schweden zeichnet sich durch einen reifen Mobilfunkmarkt mit einer hohen LTE-Netzabdeckung aus. Der intensive Wettbewerb auf dem schwedischen Markt gründet sich unter anderem auf Pfadabhängigkeiten. In den 1970er Jahren war Schweden eines der ersten Länder der Welt, das einen zweiten Mobilfunkbetreiber einführte, der mit dem etablierten Betreiber konkurrierte. Im Jahr 2000, als 3G-Lizenzen vergeben wurden, wuchs der Markt auf vier Unternehmen.

Gleichzeitig wurde der Incumbent Telia im Jahr 2000 nicht bei der Vergabe der 3G-Frequenzen im Rahmen eines Beauty Contests berücksichtigt.³⁸⁶ Im Nachgang zur Auktion vereinbarten Telia und Tele2 eine Kooperation für ein Infrastruktur-Sharing und gründeten hierfür eigens ein Unternehmen: Durch die Kooperation konnte Telia auf dem schwedischen Mobilfunkmarkt wettbewerbsfähig bleiben. Während Telia primär an einem Netzzugang für 3G interessiert war, lag die Motivation von Tele2 darin, Kapitalkosten einzusparen und Zugang zu Telias Bestandsinfrastruktur zu erhalten.

³⁸⁶ Berücksichtigt wurden damals Telenor, Tele2, 3 Sweden und Orange (Letzterer schied kurze Zeit später aus dem Markt aus)

Auch die übrigen Wettbewerber gingen im Nachgang zur Auktion Kooperationen ein. Vor diesem Hintergrund sind keine flächendeckenden vier parallelen Infrastrukturen, sondern je nach Standort nur 2 oder 3 parallele Netze entstanden. In Anbetracht von vier MNOs wird dies jedoch nicht als problematisch angesehen.

Die Zusammenarbeit im Rahmen eines Network-Sharing setzte sich auch 2009 nach der Auktion der LTE-Frequenzen fort.

Bis heute ist der schwedische Mobilfunkmarkt durch drei Netz-Sharing-Vereinbarungen gekennzeichnet, wobei gesonderte Vereinbarungen für 3G- und 4G-Technologien gelten. Insgesamt ist das Netzwerk-Sharing von passiv zu aktiv übergegangen: Innerhalb der drei Joint Ventures SUNAB, 3GIS und Net4Mobility betreiben die beteiligten Unternehmen „Spectrum Sharing“. Sie besitzen aber weiterhin eigene Kernnetze. Darüber hinaus haben die Mobilfunknetzbetreiber Kooperationen mit den in Schweden weit verbreiteten Stadtnetzbetreibern zur Anbindung der Basisstationen vereinbart.

Perspektivisch könnte sich beim Ausbau von 5G-Netzen die Zusammenarbeit der Netzbetreiber auf zusätzliche Bereiche ausweiten; dabei stehen verschiedene Möglichkeiten wie gemeinsam genutztes Spektrum, Indoor Roll out, Rechenleistung und Anwendungen im Bereich der sektorspezifischen Anwendungen (Verticals) im Fokus der öffentlichen Diskussion.

Verschiedene Erwägungen sprechen für den Fortbestand der Zusammenarbeit: 5G erfordert eine Verdichtung der Basisstationen und der Small Cells; durch ein Netzwerk-Sharing können die Investitions- und die Betriebskosten reduziert werden. Ähnliches gilt auch für die Anbindung der 5G-Standorte an ein Glasfasernetz, die sich ebenfalls investitionssenkend auswirken kann. Dadurch dass eine steigende Rechenleistung an einigen 5G-Standorten erforderlich ist, kann eine gemeinsame Infrastruktur zur Verwaltung von Rechenleistung an mehreren Standorten vorteilhaft sein. Auch bei der Entwicklung von Anwendungen in einzelnen Sektoren können Kooperationen sinnvoll erscheinen, da durch ein Infrastruktursharing die Umsetzung von innovativen Diensten und Anwendungen in den Sektoren vereinfacht wird.³⁸⁷

Die Erfahrungen mit Infrastruktursharing in Schweden haben für Deutschland hohe Relevanz. Im Vergleich zu anderen Ländern wird in Deutschland bisher wenig Infrastruktursharing praktiziert, insbesondere mit Blick auf das Sharing von aktivem Equipment. In diesem Zusammenhang spielt sicherlich die Sorge eine Rolle, dass zu umfangreiches Sharing zulasten des (Infrastruktur-) Wettbewerbs gehen könnte. In Schweden war dies jedoch offensichtlich nicht der Fall. In Anbetracht der Herausforderungen bei der Mobilfunkabdeckung in Deutschland und den offensichtlichen Potentialen, die Infrastruktursharing zur Senkung der Ausbaurkosten bietet, um bei gegebenem

³⁸⁷ Vgl. Mölleryd, B. (2019): Network sharing – from 3G to 5G with a Swedish view, presentation prepared for WIK conference in Brussels, October 15-16, 2019.

Mitteinsatz eine größere Flächenabdeckung zu erreichen, erscheint es sinnvoll, entsprechende Bestrebungen aus dem Markt heraus auch in Deutschland einer wohlwollenden Prüfung zu unterziehen.

8.4 Die Rolle der Öffentlichen Hand bei der Entwicklung Südkoreas zur führenden Digitalnation und bei der Einführung von 5G

Die südkoreanische Regierung hat bereits in den frühen 1980er Jahren die Bedeutung von IKT erkannt und eine umfassende Strategie in diesem Bereich verfolgt. Diese umfasste nicht nur den Telekommunikationssektor, sondern – vor allem in späteren Jahren – auch vor- und nachgelagerte sowie von der Digitalisierung stark geprägte Industrien in dem Land. Bis heute ist Südkorea durch eine umfassende, ganzheitliche und weitsichtige Digitalisierungsstrategie gekennzeichnet, die von der Regierung aktiv unterstützt wird. Zugleich übte die Regierung einen starken Einfluss auf die Industrie in dem Land aus.

Hervorzuheben ist, dass die Fokussierung auf das Thema durch eine relativ kleine Zahl von Entscheidungsträgern, die hohe Ämter in der Regierung, Verwaltung und Wissenschaft bekleidet haben, in enger Zusammenarbeit mit Vertretern der Industrie vorangetrieben wurde, denen zudem weitreichende Entscheidungskompetenzen eingeräumt wurden. Flankiert wird die Arbeit der Ministerien und der Regierung durch verschiedene Forschungseinrichtungen, die über eine vergleichsweise hohe Ausstattung verfügen. Die aktive politische Unterstützung hat dazu geführt, dass Südkorea sowohl in Bezug auf das Festnetz als auch auf die Mobilfunkinfrastruktur zu den weltweit führenden Ländern zählt.

In Südkorea ist der Ausbau von 5G-Netzen von der Regierung initiiert und in weiten Teilen geplant worden. 5G stellt aus Sicht der Regierung einen wichtigen Schritt für eine Smart Society dar. Bereits 2014 wurde eine 5G-Mobilfunkstrategie festgelegt, zusammen mit dem Public Private Partnership 5G Forum, an Netztreiber und Forschungseinrichtungen beteiligt sind.³⁸⁸ Für den Netzausbau hat die Regierung 1,5 Mrd. USD bereitgestellt, so dass im April 2019 erstmal Dienste auf Basis des 5G-Netzes gestartet sind. Die Regierung hat strenge Auflagen für den Ausbau erteilt: So waren die Netzbetreiber aus finanziellen und zeitlichen Gründen angehalten, Kooperationen beim Netzausbau zu vereinbaren, etwa im Bereich des Infrastruktur-Sharing.³⁸⁹

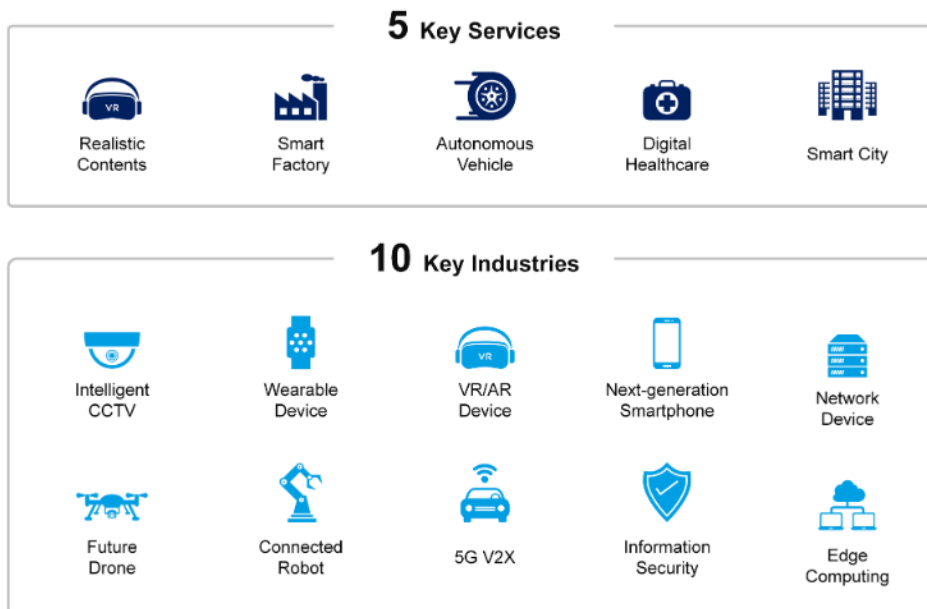
Die Zielbereiche (Cluster) für den 5G-Ausbau werden anhand von „Floating Population Data“ ausgewählt. Hierdurch können Gebiete ermittelt werden, in denen viele potenzielle Kunden 5G-Dienste benötigen und die Entwicklung neuer Dienste unterstützt wird. Erste Hauptzielbereiche sind Gebiete mit hohen Bevölkerungszahlen oder Büroflächen

388 Vgl. Yeon et al. (2019): Provision of 5G Cellular Services: Case of Korea and Policy Issues, ITS Europe, June 2019.

389 http://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2018/04/133_247121.html

mit Menschen im Alter von 20–40 Jahren sowie Gebiete mit hohen Bevölkerungsschwankungen. An diesen Standorten wird die 5G-Netzkapazität ausgebaut und standortbezogene Dienste angeboten, die auf die spezifischen Merkmale des Gebiets zugeschnitten sind. In den 5G-Clustern werden den Endkunden gezielt die Funktionen und Vorteile von 5G-fähigen Diensten aufgezeigt und der Mehrwert von dieser Dienste im Vergleich zu 4G verdeutlicht. Da sich das 5G-Ökosystem noch in der Entwicklung befindet, stellen die Privatkunden zunächst die Hauptzielgruppe sein, während Industrie und Unternehmen derzeit nur "On-Demand" versorgt werden, um die industrielle Innovation voranzutreiben.³⁹⁰ Entscheidungen über den Ausbau von 5G-Campusnetzen sowie die damit verbundenen Modalitäten werden derzeit noch politisch diskutiert.

Abbildung 8-2: Wesentliche Pfeiler der 5G Plus Strategy des MSIT in Korea³⁹¹



Quelle: MSIT (2019).

Zunächst konzentriert sich das kommerzielle Angebot von 5G auf das dichter besiedelte Stadtgebiet von 85 Großstädten in Südkorea; die Mehrheit dieser Gebiete lässt sich wirtschaftlich mit 5G-Netzen erschließen. Bis Ende 2019 werden sowohl ländliche als auch vorstädtische Gebiete von 85 Großstädten abgedeckt; in den nächsten zwei bis drei Jahren streben die Netzbetreiber eine umfassende landesweite Abdeckung an.

³⁹⁰ Vgl. Ericsson Mobility Report, November 2019, <https://www.ericsson.com/en/mobility-report>

³⁹¹ Samsung (2019): 5G Launches in Korea - Get a taste of the future.

Bis zum Ende des Jahres 2019 wird die Anzahl der 5G-Abonnenten in Südkorea auf 4–5 Mio. geschätzt. Bereits 25 % des Mobilfunkverkehrs in Südkorea wird über die 5G-Netze übertragen. Der monatliche Datenverkehr pro Nutzer liegt bei über 18 Gigabyte, dies ist mehr als das Doppelte im Vergleich zu LTE.³⁹² Quellen gehen davon aus, dass bis 2020 mindestens 90 % der Haushalte in Südkorea mit 5G versorgt werden.³⁹³

Dass der Ausbau eines 5G-Netzes in internationalen Vergleich so früh in Südkorea erfolgen konnte, ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen: Die hohe Bevölkerungsdichte und großen Agglomerationsräume führen dazu, dass relativ große Gebiete schnell versorgt werden; für die Netzbetreiber ist ein Ausbau in der Mehrheit der Gebiete auch wirtschaftlich rentabel. Zudem sind die Netzbetreiber in Südkorea angewiesen, in sehr kurzen zeitlichen Abständen (teilweise wöchentlich) der Regierung darüber Bericht zu erstatten, inwieweit der Ausbau des 5G-Netzes weiter vorangeschritten ist. Der Ausbau wird durch eine umfassende Informationskampagne und Werbeaktionen begleitet.

In Anbetracht der führenden Rolle Südkoreas in vielen Bereichen der Telekommunikation haben die dortigen Entwicklungen zwangsläufig auch Relevanz für Deutschland. Es muss konstatiert werden, dass die Rolle als digitaler Vorreiter zu einem relevanten Teil einer sehr starken Rolle der Öffentlichen Hand zuzuschreiben ist. Gleichwohl lassen sich einige Erfahrungen und Lerneffekte auch auf Deutschland übertragen. Das Beispiel Südkorea zeigt insbesondere die Vorteile, die mit einer Bündelung der fachlichen und Entscheidungskompetenzen zu Digitalisierungsthemen einhergehen können. Gleichzeitig offenbart sich der Nutzen einer ganzheitlichen, weitsichtigen und zukunftsgerichteten Technologiepolitik.

Mit Blick auf die Einführung von 5G ist erwähnenswert, dass die öffentliche Hand in Südkorea massiven Einfluss auf Roll-out-Strategie und Zeitpunkt der Marktteilnehmer genommen hat. Zielsetzung war es hierbei, möglichst schnell eine kritische Masse an Nutzern zu erreichen, was, wie die oben zitierten Zahlen unterstreichen, auch offensichtlich gelungen ist. Neben dem eher symbolischen Titel des 5G Vorreiters dürfte dies vor allem die Entwicklung innerhalb des 5G-Ökosystems befördern.

Schließlich liefern die Anwendungen, die in Südkorea über 5G vermarktet werden, wie insbesondere Virtual Reality, Augmented Reality und Cloud Gaming Anhaltspunkte für Dienste, die wir in Zukunft auch in Deutschland erwarten können.

³⁹² Samsung (2019): 5G Launches in Korea - Get a taste of the future.

³⁹³ Vgl. Ericsson Mobility Report, November 2019, <https://www.ericsson.com/en/mobility-report>

9 Empfehlungen und Schlussfolgerungen

Für unseren Benchmark haben wir bewusst Länder herausgegriffen, die hinsichtlich der Verfügbarkeit und Nutzung von digitalen Technologien und Anwendungen führend sind und über eine starke Wirtschaftskraft verfügen. Insofern überrascht es nicht, dass Deutschland sich innerhalb unseres Samples bei den meisten Metriken eher im unteren Mittelfeld bewegt. Dies betrifft sowohl die Infrastrukturabdeckung als auch die Dienstnutzung.

Gleichzeitig liefern unsere Fallstudien jedoch Anhaltspunkte, wie die Rahmenbedingungen in Deutschland angepasst werden könnten, um die relative Position der deutschen Telekommunikationsmärkte zu verbessern, damit der deutschen Wirtschaft und der Bevölkerung auch in Zukunft leistungs- und im internationalen Vergleich wettbewerbsfähige Telekommunikationsinfrastrukturen zur Verfügung stehen. Auf diese gehen wir im Folgenden ein.

9.1 Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen im deutschen Festnetzmarkt

Mit Blick auf das Festnetz besteht in Deutschland ein Rückstand bei besonders leistungsfähigen FTTB/H-Anschlüssen. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass die Ausbauproduktivitäten maßgeblich durch die Ausbaukosten bestimmt werden. Da Deutschland gegenüber einigen der betrachteten Länder (z.B. Südkorea, Japan, UK) strukturelle Nachteile mit Blick auf Topologie und Besiedlungsstruktur aufweist, sollte der Fokus der öffentlichen Hand darauf liegen, Maßnahmen zu initiieren, welche die Ausbaukosten senken können. Soweit diese bereits angestoßen wurden, wie bspw. im Rahmen der Mobilfunkstrategie, sollten sie zügig umgesetzt werden. Offensichtlich ist, dass kostengünstige Verlegeverfahren wie Trenching oder die oberirdische Verlegung in Deutschland sehr viel seltener zum Einsatz kommen als in der Mehrheit der betrachteten Länder. Ein möglicher Ansatzpunkt für eine oberirdische Verlegung könnte die Nutzung der ca. 3 Millionen bereits bestehenden Masten der TDG sein.

BMWi und BMVI haben in den Eckpunkten zur TKG-Novelle zur Umsetzung des EKEK eine Prüfung angekündigt, ob weitere gesetzliche Regelungen erforderlich sind, um den Einsatz von alternativen Verlegetechniken und oberirdischer Verlegung voranzutreiben. Diesbezüglich hat die anbieterübergreifend besetzte Arbeitsgruppe zum letzten Digitalgipfel konkrete Empfehlungen gegeben, die sinnvolle Ansatzpunkte für die TKG-Novelle liefern.³⁹⁴ Die vorgeschlagenen Anpassungen im § 68 TKG können einen Beitrag zu einer stärkeren Durchdringung der skizzierten Verfahren leisten. Gleichwohl bleibt festzuhalten, dass es sich in der Praxis um ein Thema handelt, bei dem der Bund nur begrenzt über Durchsetzungskompetenz verfügt, da die Abwägungsentscheidung

³⁹⁴ Vgl. Digitalgipfel (2019): Mehr Tempo beim Netzausbau, Ergebnisdokument der Fokusgruppe „Digitale Netze“, Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, 2019.

letztlich vor Ort getroffen wird. Allerdings wäre denkbar, dass der Gesetzgeber, wenn er dem Thema FTTB/H-Ausbau eine überragende Bedeutung zumisst, die Abwägungsmöglichkeiten auf kommunaler Ebene deutlich stärker als bisher durch Änderungen am § 68 (3) eingrenzt.

Darüber hinaus zeigt unser Benchmark, dass die Genehmigungspraxis in Deutschland offenbar zu erheblich größeren Verzögerungen führt, als dies in anderen Ländern der Fall ist. Auch wenn § 68 (3) eine Frist von drei Monaten nach Eingang des vollständigen Antrags für die Verlegung oder Änderung von Telekommunikationslinien vorsieht, kommt es in der Praxis regelmäßig zu deutlich längeren Genehmigungsfristen.³⁹⁵ Eine Handlungsoption für den Gesetzgeber bestünde darin, die Zustimmungsfrist im Rahmen des Novellierungsverfahrens zu verkürzen. Vielversprechender erscheint jedoch eine bundesweite Standardisierung der Anträge über einen Musterzustimmungsantrag sowie eine Standardisierung des Zustimmungsbescheids.³⁹⁶ Darüber hinaus erscheint auch eine weitreichende Digitalisierung der erforderlichen Prozessschritte, wie sie beispielsweise in Dänemark bereits heute erfolgreich praktiziert wird, als ein Instrument mit großem Potential. Zusätzlich könnte die praktische Nutzung digitaler Lösungen auch zu einer steigenden Akzeptanz auf Seiten der auf lokaler und regionaler Ebene befassten Behörden beitragen.

Schließlich wäre es als Maßnahme für mehr Transparenz und als Anreiz, entsprechende Ressourcen auf Ebene der Wegelastträger zu allozieren, denkbar, ein regelmäßiges Monitoring zu initiieren, welches ein Benchmarking über die Genehmigungspraxis und Durchlaufzeiten erlaubt. Die Ergebnisse des Benchmarkings sollten dann auch gegenüber der Öffentlichkeit transparent gemacht werden.

In Anbetracht umfangreicher Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene gewinnt der geförderte Ausbau für die Marktteilnehmer weiter an Attraktivität, da dieser für die ausbauenden Unternehmen häufig mit geringeren betriebswirtschaftlichen Risiken verbunden ist. Dies kann aus volkswirtschaftlicher Sicht jedoch problematisch sein. Crowding-Out Effekte führen nicht nur zu einer ineffizienten Allokation von öffentlichen Mitteln, sondern auch zu einer Verlangsamung des Ausbaus an sich, was wiederum zu einer Verstärkung des Rückstands Deutschlands gegenüber den führenden Ländern führt. In jedem Falle sollten Fördermittel aus ökonomischer Sicht nur sehr gezielt eingesetzt werden und der eigenwirtschaftliche Ausbau den Regelfall darstellen.

395 Vgl. Wernick, C.; Tenbrock, S.; Gries, C.; Henseler-Unger, I.; Plückerbaum, T. (2018): Tiefbaukapazitäten als Engpass für den FTTB/H-Ausbau? Empfehlungen zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung für den Markt und die öffentliche Hand. Studie von WIK-Consult für den BREKO Bundesverband Breitbandkommunikation e.V. Elektronisch verfügbar unter:

<https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2018/WIK-Tiefbaustudie.pdf>

396 Vgl. Digitalgipfel (2019): Mehr Tempo beim Netzausbau, Ergebnisdokument der Fokusgruppe „Digitale Netze“, Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, 2019.

Mit Blick auf die Weiterentwicklung der Förderung erscheint es sinnvoll, Fördermaßnahmen zur Steigerung der Nachfrage wie bspw. Voucher regional begrenzt zu testen und bei entsprechendem Erfolg ggf. als flankierende Maßnahme einzusetzen.

Unsere Analysen zeigen, dass Kommunen, kommunale Unternehmen und EVUs in den skandinavischen Ländern den FTTB/H-Ausbau maßgeblich getrieben haben, sowohl als vertikal integrierte als auch als Wholesale-only-Anbieter. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür war, insbesondere in Schweden, die Öffnung der Netze für Dritte und die frühe Etablierung von Marktstandards bei den Schnittstellen und Prozessen.

Vor dem Hintergrund der Relevanz ähnlicher Akteure für den FTTB/H-Ausbau in Deutschland erscheint es zielführend, den Druck auf die deutschen Marktteilnehmer zur Implementierung einer standardisierten einheitlichen Produktschnittstelle im Markt zu erhöhen. Auch wenn die entsprechende S-PRI Schnittstelle anbieterübergreifend entwickelt wurde, wird sie bisher nicht industrieweit eingesetzt, was die Zusammenarbeit zwischen Wholesaleanbietern und -nachfragern erschwert. Umsetzbar wäre eine solche Implementierung über eine entsprechende Verpflichtung im Rahmen der Förderauflagen und/oder einen fest gesetzten Termin. Um einer Überforderung sehr kleiner Anbieter entgegenzuwirken, wären ggf. Ausnahmen nach de minimis denkbar.

Ebenfalls beobachtbar ist der positive Einfluss von Wholesale-only-Modellen im Glasfaserausbau, insbesondere im ländlichen Bereich. In Gebieten, in denen aufgrund ihrer ökonomischen Charakteristika auch langfristig kein Infrastrukturwettbewerb zu erwarten ist, stellen entsprechende Modelle eine effiziente Lösung dar, die auch ohne weitreichende regulatorische Eingriffe Wettbewerb verspricht. Denkbar wäre, dass sich die öffentliche Hand als Alternative zur überwiegend praktizierten Förderung nach dem Wirtschaftlichkeitslückenmodell auf lokaler und regionaler Ebene, wo kein marktgetriebener Ausbau zu erwarten ist, in entsprechenden Modellen engagiert und beim Ausbau bestehende Synergien nutzt. Durch eine Konzentration auf das rein passive Geschäft und einen diskriminierungsfreien Zugang für alle Interessenten ließe sich auch möglichen Bedenken hinsichtlich des kommunalen Engagements von Seiten der Marktteilnehmer begegnen.

In einigen Ländern sehen wir auch positive Auswirkungen von Kooperationsmodellen für den FTTB/H-Ausbau. Diesbezüglich sollten die jüngst im Zusammenhang mit der Kooperation zwischen TDG und EWE veröffentlichten Verpflichtungen des Bundeskartellamts eine Blaupause darstellen, die den Marktteilnehmern und Investoren einen Orientierungsrahmen bieten.

Schließlich fällt auf, dass es in den Ländern, die sich durch eine hohen FTTB/H-Verfügbarkeit und Nutzung auszeichnen, auch intensiven Wettbewerb gibt. Mit Blick auf die Frage, wie dieser Wettbewerb erreicht wurde, ist kein einheitliches Muster erkennbar. In einigen Ländern sehen wir einen intensiven Infrastrukturwettbewerb zwischen mehreren voneinander unabhängigen Infrastrukturen; in anderen findet Wettbewerb

über regulierte und/oder freiwillig angebotene Vorleistungsprodukte mit unterschiedlicher Wertschöpfungstiefe statt. Da in Deutschland aufgrund der hohen Ausbaurkosten aus heutiger Sicht nur in sehr eingeschränktem Umfang Infrastrukturwettbewerb zwischen mehreren FTTB/H-Netzen zu erwarten ist, benötigen wir für ein innovatives und vielfältiges Marktumfeld mit attraktiven Produkten für private und gewerbliche Kunden auch in Zukunft Wettbewerb auf dem Netz. Dieser kann über Wholesale-only-Modelle, kommerzielle Zugangsvereinbarungen zwischen den Marktteilnehmern („Open Access“), Kooperationsmodelle oder Regulierung erreicht werden.

Mit Blick auf die Nachfrageseite ist zu konstatieren, dass die durchschnittliche Breitbandnutzung in Deutschland (noch) vergleichsweise zurückhaltend ist. Dies zeigt sich sowohl an der durchschnittlichen Datennutzung als auch am Anteil der genutzten Breitbandanschlüsse mit Bandbreiten von 100 Mbit/s und mehr. Im Gegensatz zu anderen Ländern werden entsprechende Anschlüsse häufig noch als ausreichend wahrgenommen, weswegen auch die zusätzliche Zahlungsbereitschaft für besonders leistungsfähige Internetanschlüsse außerhalb der unterversorgten Gebiete überschaubar ist. Eine Ursache hierfür könnte sein, dass in Deutschland die Nutzung von besonders bandbreitenintensiven Anwendungen wie hochauflösenden Videos, Gaming, Cloud-Diensten oder Immersive Media im internationalen Vergleich (noch) vergleichsweise gering ist. Für den Bereich Video könnte von der Verlagerung von Premium Content wie den TV-Rechten an der UEFA Champions League und der Europameisterschaft auf Videoplattformen wie DAZN, Amazon Prime und MagentaTV ein Nachfrageschub nach sehr schnellen Breitbandanschlüssen ausgehen, wie wir ihn in anderen Ländern bereits heute beobachten können.

Denkbar erscheint auch, dass die Nachfrage und Zahlungsbereitschaft für sehr hohe Bandbreiten von den Erfahrungen während der Covid-19 Krise profitieren könnte, insbesondere, wenn es im Vergleich zur Zeit vor Corona nach der Lockerung der Beschränkungen weiterhin zu einer stärkeren Nutzung von Internetbasierten Anwendungen im geschäftlichen Bereich kommen sollte, bspw. durch eine intensivere Nutzung von Telearbeit und damit verbundenen Diensten wie Videokonferenzen, VPN und Cloud Computing.³⁹⁷ Gleiches gilt für digitale Anwendungen im Bereich des Gesundheitswesens.

Ermutigend für den weiteren Glasfaserausbau ist, dass unsere Analysen darauf hinweisen, dass sich dort, wo eine hohe Verfügbarkeit von Gigabitanschlüssen besteht, häufig auch eine entsprechende Nachfrage entwickelt. Dies lässt sich in Deutschland an den realisierten Vorvermarktungsquoten regional tätiger Anbieter erkennen, die die qualitativen Vorzüge der Glasfasertechnologie aktiv in den Vordergrund ihrer Marketingmaßnahmen stellen.

³⁹⁷ Vgl. Schwarz-Schilling, C. (2020): Corona als Azelerator der Digitalisierung, in: WIK-Newsletter Nr. 118.

Abschließend erscheint ein deutlich regelmäßigeres Monitoring und Reporting, z.B. über einen monatlichen oder vierteljährlichen Breitbandbericht der Bundesregierung, über die Fortschritte des Ausbaus und die Entwicklung der Teilnehmerzahlen in Anbetracht der hohen Relevanz und Öffentlichkeitswirksamkeit des Themas geboten. Eine höhere Transparenz über die Marktentwicklung würde das berechtigte Interesse der Bevölkerung befriedigen und dazu beitragen, die emotionale Debatte zu objektivieren.

9.2 Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen im deutschen Mobilfunkmarkt

Der deutsche Mobilfunkmarkt schneidet im Vergleich zu den hier betrachteten Benchmark-Kandidaten eher schlecht ab. Auch wenn sich die Abdeckung nach Haushalten in allen betrachteten Ländern auf vergleichbarem Niveau bewegt, stützen die über Crowdsourcing-Lösungen gewonnenen Daten zur Flächenabdeckung die These, dass gegenüber den führenden Ländern ein Rückstand besteht.

Allerdings ist es sachlich nicht korrekt, in einer Diskussion über die Qualitäts- und Leistungsparameter von Mobilfunknetzen von *einem* nationalen Mobilfunknetz zu sprechen. Zwischen den MNOs bestehen zum Teil signifikante Unterschiede in puncto Abdeckung, Geschwindigkeit und Qualität; die aggregierten Werte haben somit wenig Aussagekraft, welche Leistung einem Kunden von seinem jeweiligen Vertragspartner zur Verfügung gestellt wird.

Ähnlich wie im Festnetz sind Probleme mit der Mobilfunkabdeckung in Deutschland zum Teil strukturell durch Besiedlungsstrukturen und Topographien bedingt. Hinzu kommen auch hier Probleme bei den Genehmigungsprozessen von Sendestandorten. Außerdem werden diese durch Vorbehalte in der Bevölkerung aufgrund einer steigenden Besorgnis über die gesundheitliche Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung erschwert. Unser Vergleich hat nicht ergeben, dass beim Aufbau von Sendestandorten in den übrigen betrachteten Ländern vergleichbare Herausforderung wie in Deutschland bestehen; vielmehr scheint gerade in den asiatischen Ländern ein starkes Interesse vor Ort zu bestehen, möglichst schnell mit leistungsstarken Standorten verbunden zu werden. Eine vergleichbare Debatte über die elektromagnetische Verträglichkeit zur Umwelt wird in den von uns betrachteten Ländern nur in der Schweiz geführt, allerdings erst in jüngster Zeit und mit Blick auf die Erschließung von neuen Standorten mit 5G.

Auf dem deutschen Markt wurden erste Maßnahmen angestoßen, um die Mobilfunkabdeckung zu verbessern. Der Bund hat mit den Mobilfunknetzbetreibern Telekom, Vodafone, Telefónica und 1&1 Drillisch Verträge geschlossen, die im Gegenzug für eine Streckung der Zahlungsverpflichtungen aus der 5G-Auktion bis zum Jahr 2030 verbind-

liche Ausbauzusagen beinhalten.³⁹⁸³⁹⁹ Darüber hinaus werden verschiedene Vorschläge diskutiert, welche die operative Umsetzung erleichtern sollen. Dies umfassen die Beschleunigung der Genehmigungsverfahren, die (Mit-)Nutzung von Infrastrukturen der öffentlichen Hand sowie kommunaler Infrastrukturen, die Digitalisierung der Antragsverfahren und die bessere Koordination mit den Entscheidungsträgern und der Bevölkerung vor Ort.⁴⁰⁰ Einige der Ideen sind in die Mobilfunkstrategie der Bundesregierung übernommen worden.⁴⁰¹ Hinzu kommen in der Strategie als weitere mögliche Maßnahmen die Verlängerung von Frequenzlizenzen, der Einsatz von Fördermitteln zur Erschließung weißer Mobilfunkflecken sowie die Schaffung einer Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft.

Die Wichtigkeit des Signals, dass die Politik die Relevanz des Themas erkannt hat und Verbesserungen aktiv einfordert, ist nicht zu unterschätzen. Allerdings sollte auch im Mobilfunk das Primat gelten, dass der Ausbau, wann immer möglich, eigenwirtschaftlich erfolgen sollte. Dies gilt umso mehr, als Mobilfunknetze nicht über vergleichbare Bottleneck-Eigenschaften wie Festnetzanschlussnetze verfügen. In Europa war der Einsatz öffentlicher Fördermittel im Mobilfunk in der Vergangenheit nicht üblich, in Asien stellt sich dies hingegen anders dar, z.T. auch aufgrund der engen Verbindung von Mobilfunkanbieter und der öffentlichen Hand, insbesondere in China.

Beispiele für ein verpflichtendes nationales Roaming sehen wir in den untersuchten Ländern nicht. Freiwillige Roamingvereinbarungen zwischen den Netzbetreibern sind im Ausland in stärkerem Umfang zu beobachten.

Unterschiede gibt es bei der Ausgestaltung der Mechanismen der Frequenzvergabe und den damit verbundenen Auflagen, zumindest in Europa werden aber in der Regel Auktionen zur Vergabe von Frequenzen angewendet.

In Deutschland und Japan wurde mit der Vergabe von lokalen Frequenzen für Campusnetze neue Wege beschritten.

Im Vergleich zu den übrigen Fallstudienkandidaten gibt es Indizien dafür, dass die Wettbewerbsintensität auf dem deutschen Markt eher gering ausgeprägt ist. Zwar erreichen die MVNOs in Deutschland vergleichsweise hohe Marktanteile. Das Preissetzungsverhalten im Markt legt jedoch nahe, dass diese kaum Wettbewerbsdruck auf die Premium Brands der MNOs auswirken. Auch die im internationalen Vergleich niedrige

³⁹⁸ Die Abweichung lässt sich dadurch erklären, dass Crowdsourcing-Daten eher ein Indikator für die Flächenabdeckung sind. Diese ist jedoch aufgrund des nomadischen Charakters der Mobilfunknutzung und der Möglichkeit, bei einer Nutzung innerhalb des eigenen Haushalts auf WLAN als Substitut zur Abführung des Datenverkehrs zurückzugreifen, letztendlich das relevantere Kriterium.

³⁹⁹ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2019/063-scheuer-ausbauoffensive-fuer-laendliche-raeume.html>

⁴⁰⁰ Vgl. Digitalgipfel (2019): Mehr Tempo beim Netzausbau, Ergebnisdokument der Fokusgruppe „Digitale Netze“, Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, 2019.

⁴⁰¹ Bundesregierung (2019): Mobilfunkstrategie: 5-Punkte-Plan zur Beschleunigung von Planung, Genehmigung und Ausbau von 4G- und 5GNetzen sowie zur Schließung von Mobilfunklücken im 4G-Netz, Berlin, September 2019.

Datennutzung könnte das Resultat eines weniger intensiven Wettbewerbs sein, der zu vergleichsweise hohen Preisen für nutzungsintensive Tarife führt. Eine weitere Ursache der geringen mobilen Datennutzung könnte in einer, im internationalen Vergleich, eher zurückhaltenden Nutzung von mobilen internetbasierten Anwendungen liegen. Vor diesem Hintergrund könnte vom Markteintritt von 1&1 Drillisch in das MNO Segment eine zusätzliche Wettbewerbsdynamik ausgehen.

Mit Blick auf 5G fällt auf, dass die Ausbaudynamik insbesondere in China und Südkorea enorm ist und die Nutzerzahlen stark ansteigen. Gleichzeitig muss man jedoch beachten, dass dieses Wachstum momentan überwiegend durch Massenmarktanwendungen getrieben wird.

Abgesehen von den beschlossenen und in Diskussion befindlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Versorgung und den Weichenstellungen für 5G sehen wir auch im Mobilfunkbereich einen Nutzen in einem umfangreichen Monitoring und Benchmarking. Dies schafft zum einen Transparenz, erhöht den Handlungsdruck auf die Netzbetreiber und kann schließlich zu einer Objektivierung der Debatte beitragen.

9.3 Die Rolle der Öffentlichen Hand

Mit Blick auf die Digitalisierung kommt der Öffentlichen Hand eine wichtige Rolle als Leitnachfrager von digitalen Diensten zu. Unser Benchmark zeigt, dass Deutschland in diesem Bereich ebenfalls Nachholbedarf hat. In Skandinavien und Asien ist die Digitalisierung im Gesundheitswesen, in der Bildung sowie mit Blick auf staatliche Dienste deutlich fortgeschrittener als in Deutschland.

In der Rolle als Leitnachfrager kann die Öffentliche Hand neue Märkte und Geschäftsfelder schaffen, die Nachfrage nach leistungsfähigen Anschlüssen in der Bevölkerung fördern und zu einer größeren Akzeptanz in der Bevölkerung beitragen. Hiermit sind immense gesamtwirtschaftliche Effekte verbunden.

Unsere Ergebnisse legen nahe, dass ein Zusammenhang zwischen der Digitalisierung des öffentlichen Sektors und dem Entwicklungsstand der nationalen Telekommunikationsmärkte besteht. Gleichzeitig bietet eine weitreichende Digitalisierung von Prozessen an der Schnittstelle zwischen Wirtschaft und Öffentlicher Hand Potentiale, um Transaktionskosten zu senken und Bearbeitungsprozesse zu beschleunigen. Stand heute sind die Befugnisse und Verantwortlichkeiten zu digitalen Themen in Deutschland auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene breit aufgefächert. Es erscheint wichtig, die Vielzahl der Digitalisierungsstrategien stärker zu koordinieren, Verantwortlichkeiten zu bündeln und klare Vorgaben zur Digitalisierung der Verwaltung zu machen. In diesem Kontext könnte auch die vom BMWi vorgesehene Digitalagentur⁴⁰² und/ oder ein Digitalministerium,⁴⁰³ in dem alle digitalen Themen gebündelt sind, einen wertvollen

⁴⁰² Vgl. BMWi (2019): Wertschätzung, Stärkung, Entlastung: Die Mittelstandsstrategie, Berlin, 2019.

⁴⁰³ Vgl. <https://www.behörden-spiegel.de/2019/11/26/cdu-fordert-digitalministerium/>

Beitrag leisten. Voraussetzung hierfür ist jedoch ein ganzheitlicher Ansatz, der das Thema Digitalisierung umfassend abbildet, entsprechende inhaltliche Entscheidungskompetenzen, ein hoher Grad an Unabhängigkeit sowie eine ausreichende personelle Ausstattung durch Personen mit einschlägiger Expertise.⁴⁰⁴ Die Fallstudie zu Südkorea hat gezeigt, welcher Nutzen von entsprechenden Institutionen ausgehen kann, wenn sie über die erforderliche Kompetenz, Leistungsfähigkeit und Befugnisse verfügen.

9.4 Abschließende Bemerkungen

Ziel der Studie war es, Deutschland mit den führenden Wirtschafts- und Digitalisierungsnationen zu vergleichen und Best practice-Beispiele abzuleiten.

Bei den meisten untersuchten Indikatoren bewegen sich die deutschen Telekommunikationsmärkte unter den betrachteten Ländern im Mittelfeld, es gibt auch einige Ausreißer nach unten.

Deutschland verfügt über Telekommunikationsinfrastrukturen, die die heutigen Bedürfnisse der Privatkunden in der Regel adäquat bedienen. Ausnahmen bestehen im ländlichen Raum und bei Gewerbekunden, wobei die Entwicklung der einschlägigen Kennzahlen darauf hinweisen, dass die Zahl der unterversorgten Gebiete Schritt für Schritt sinkt.

Die zentrale Herausforderung besteht jedoch darin, in Deutschland heute den Ausbau von Infrastrukturen voranzutreiben, die die Anforderungen von morgen erfüllen. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass Deutschland im internationalen Vergleich perspektivisch nicht den Anschluss verliert. Dies gilt für 5G, aber in noch größerem Maße für Glasfaserinfrastrukturen, da diese nicht nur relevant für die stationäre Breitbandnutzung, sondern auch wesentliche Grundlage für leistungsfähige 5G-Netze sind.

Dadurch, dass die Breitbandstrategie in Deutschland bis zum Jahr 2018 stark am politischen Ziel einer flächendeckenden Erschließung mit Bandbreiten von 50 Mbit/s ausgerichtet war, hat Deutschland gegenüber anderen Ländern, die direkt auf den Ausbau von Glasfaser im Anschlussnetz gesetzt haben, Zeit verloren. Dies schlägt sich in den Ergebnissen des Benchmarks nieder.

Mit der Maßgabe des Gigabitziels im Koalitionsvertrag hat die Politik eine wichtige Voraussetzung für den Weg in die Gigabitgesellschaft geschaffen. Die Investitionen im Festnetz konzentrieren sich inzwischen auf den Ausbau von FTTB/H-Netzen und die Aufrüstung der Kabelnetze mit gigabitfähiger DOCSIS 3.1-Technologie. Gleichwohl haben die Ausbaubemühungen noch nicht den Umfang erreicht, der benötigt wird, um den Rückstand gegenüber den führenden Ländern aufzuholen.

⁴⁰⁴ Vgl. Henseler-Unger, I. (2019): Ein Schweizer Messer für die Digitalisierung? – Vom Nutzen einer Digitalagentur oder eines Digitalministeriums, in: WIK-Newsletter Nr. 117.

Als Reaktion auf die anhaltenden Abdeckungs- und Qualitätsdebatten im Mobilfunk beschreitet die Politik nun neue Wege. Diese äußern sich in einer Reihe neuer Ansätze und Maßnahmen, die von einer Mobilfunkförderung bis hin zur Vergabe von lokalen Frequenzen für Campus-Netze an branchenfremde Unternehmen reichen. Auch wenn heute noch nicht absehbar ist, ob diese Maßnahmen den gewünschten Erfolg bringen werden und sie zum Teil auch umstritten sind, sind sie ein klares Indiz dafür, dass die Politik die Relevanz einer hohen Netzabdeckung erkannt hat und diese aktiv befördern möchte.

Allerdings besteht das Risiko, dass zu viel staatliche Intervention auch negative Effekte wie „Crowding-Out“ oder einen Attentismus bei den Marktteilnehmern befördern kann. Der Fokus sollte daher immer auf dem eigenwirtschaftlichen Ausbau liegen und Förderung nur im tatsächlich erforderlichen Rahmen stattfinden.

Auffällig ist, dass das Thema Telekommunikation in Deutschland sehr stark angebotsseitig gedacht und angegangen wird. Die Anwendungsseite spielt in der öffentlichen Debatte, die sich sehr stark um das Thema Infrastrukturverfügbarkeit dreht, nur eine untergeordnete Rolle. Dies unterscheidet sich stark von den ganzheitlichen anwendungs- und potentialgetriebenen Ansätzen, die in den weltweit führenden asiatischen Ländern verfolgt werden. Einer Stärkung von Maßnahmen zur staatlichen Flankierung einer umfassenden Vernetzung in zentralen Sektoren (Bildung, Verkehr, Energie, Verwaltung, Gesundheit) und die Unterstützung der Entwicklung hin zu Smart Cities und Smart Regions in Deutschland kommt deshalb eine wichtige Rolle zu, die auch institutionell durch die Schaffung einer Digitalagentur und/oder eines Digitalministeriums unterfüttert werden sollte.

Unsere Analysen zeigen, dass die Nutzung und Nutzungsintensität in vielen Anwendungsbereichen in Deutschland deutlich geringer als in anderen vergleichbaren Ländern ist. Auch wenn sich dies zumindest teilweise durch Zahlungsbereitschaften, Verfügbarkeiten und die Qualität erklären lässt, legen unsere Ergebnisse doch nahe, dass hier auch tieferliegende Gründe eine Rolle spielen könnten. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, da ein direkter Zusammenhang zwischen der Nachfrage und der Zahlungsbereitschaft besteht. Abzuwarten bleibt, ob es sich bei der infolge der Ausgangsbeschränkungen im Zuge der Corona-Krise stark angestiegenen Nutzung von Telearbeit, Videokonferenzen, VPNs und anderen Anwendungen um ein eher temporäres Phänomen handeln wird oder ob dieses zu nachhaltigen Anpassungen bei den betrieblichen und gesellschaftlichen Prozessen führen wird. Grundsätzlich hätten diese das Potential zu einem wichtigen Treiber für die Nachfrage und Zahlungsbereitschaft für Breitbanddienste zu werden.

Anhang

Empirische Analyse zu den Einflussfaktoren auf den FTTH-Ausbau

Datensatz und Schätzansatz

Der Datensatz umfasst die EU-28. Der Datensatz wurde um fehlerhafte Datenpunkte bereinigt. Der Betrachtungszeitraum ist 2011 bis 2017. Die Daten sind überwiegend der jährlichen Studie Broadband Coverage in Europe entnommen.⁴⁰⁵

Als abhängige Variable wird auf die FTTP Abdeckung (fttp_cov) rekurriert.⁴⁰⁶ Da es um den Ausbau geht, werden konkret die jährlichen Änderungsraten (dfttp_cov) als erste Differenzen von fttp_cov verwendet. Ein weiterer Grund liegt in der Autokorrelation der FTTP-Abdeckung. Dies bedeutet, dass die FTTP-Abdeckung eines Landes im Jahr t auch vom Niveau der FTTP-Abdeckung des vorhergehenden Jahres ($t-1$) abhängt. Bei Autokorrelationen führen Panelschätzungen zu verzerrten Ergebnissen. Die ersten Differenzen umgehen dieses Problem.

Hinsichtlich möglicher Einflussfaktoren können grundsätzlich sowohl angebots- und nachfrageseitige als auch strukturelle Faktoren auf den FTTP-Ausbau einwirken. Dies ergibt sich aus der Wirtschaftlichkeit des Glasfaserausbaus, die maßgeblich von den Ausbaurkosten, der Take-up-Rate und dem erzielbaren ARPU abhängt.⁴⁰⁷ Je niedriger die Ausbaurkosten und je höher die Take-up-Rate und der ARPU sind, umso profitabler und attraktiver wird ein Ausbauvorhaben.

Die Ausbaurkosten als angebotsseitiger Bestimmungsfaktor werden wiederum stark von der Bevölkerungsdichte als strukturellem Faktor beeinflusst. In weniger dicht besiedelten Gebieten ist der Ausbau teurer als in sehr dicht besiedelten Gebieten, da für die Erschließung eines Haushaltes in sehr ländlichen Gebieten wesentlich längere Strecken an Glasfaser verlegt werden müssen als in sehr städtischen Gebieten.⁴⁰⁸ Dies wird durch die Variablen Bevölkerungsdichte (log_pop_dens) und prozentualer Anteil an ländlichen Haushalten (HH_rural_proz) abgebildet. Eine hohe Bevölkerungsdichte sollte aus den genannten Gründen positive, ein hoher Anteil an ländlichen Haushalten negative Auswirkungen auf den FTTP Ausbau haben.

405 Vgl. European Commission (2018): Study on Broadband Coverage in Europe 2017, 22 June 2018, 2017er Studie elektronisch verfügbar unter:

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2017>

406 Analog zum zugrundeliegenden Datensatz wird FTTP als Begrifflichkeit verwendet. Hierunter werden FTTB und FTTH-Anschlüsse subsummiert.

407 Vgl. Jay, Stephan.; Neumann, Karl-Heinz.; Plückerbaum, Thomas; unter Mitarbeit von Zoz, Konrad (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf; WIK Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef, Oktober 2011.

408 Vgl. Jay, Stephan.; Neumann, Karl-Heinz.; Plückerbaum, Thomas; unter Mitarbeit von Zoz, Konrad (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf; WIK Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef, Oktober 2011; Plückerbaum, T. (2014): Nationwide Fttx deployment and the question of profitability, presentation held at the IRG Capacity Building Workshop on NGA, Frauenfeld (Warth) Switzerland, 14 – 17 April 2014.

Die FTTP-Take-up-Rate (`fttp_take_up`) als nachfrageseitiger Bestimmungsfaktor der Wirtschaftlichkeit des Glasfaserausbaus wird direkt als unabhängige Variable einbezogen. Als weiterer nachfrageseitiger Einflussfaktor wird das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (`log_gdp_cap`) als allgemeiner Wohlstandsindikator berücksichtigt. Das BIP als Wohlstandsindikator sollte positive Auswirkungen auf die Zahlungsbereitschaft für hochwertige Breitbandprodukte sowie auf die Nachfrage nach diesen Produkten und damit auf die FTTP Take-up-Rate, den erzielbaren ARPU und den FTTP Ausbau haben.

Ferner ist bei der vorliegenden Fragestellung der infrastrukturelle Wettbewerb mit anderen Technologien zu berücksichtigen. Daher werden auch die Abdeckungen durch andere Technologien – Kabel (`cb_cov`), Docsis (`dcs_cov`), DSL (`dsl_cov`) und VDSL (`fttc_cov`) - als unabhängige Variablen mit in die Analyse einbezogen. Das Vorhandensein alternativer Technologien, über die ähnliche Endkundenprodukte generiert werden können, kann Anreize für Investitionen und einen dynamischen Infrastrukturwettbewerb und damit für den FTTP Ausbau bieten, allerdings verringern sich durch das Vorhandensein alternativer Technologien auch der adressierbare Markt und die erreichbare Take-up Rate. In vielen EU-Ländern sind auf den Breitbandmärkten die Kabelnetzbetreiber die wesentlichen alternativen Wettbewerber.⁴⁰⁹

Eine aktuelle Studie von Queder et al. (2019) zu den Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTx-Infrastrukturen in Europa kommt zu dem Ergebnis, dass bis zum Jahr 2011 FTTx-Infrastrukturen in HFC-Gebieten errichtet wurden. Dies liegt daran, dass die Marktdurchdringung der Kabelnetzbetreiber auf dem Breitbandmarkt zu diesem Zeitpunkt noch beschränkt war und sich die Kabelnetze überwiegend in Regionen befinden, die dicht besiedelt sind und daher tendenziell mit geringen Kosten erschlossen werden können. Im Zeitraum zwischen 2011-2017 hat sich das Vorhandensein von Kabelnetzen hingegen eher negativ auf den FTTx-Ausbau ausgewirkt und Investitionen in FTTx sind eher dort erfolgt, wo keine Kabelnetzinfrastrukturen existieren.⁴¹⁰ In Anlehnung an diese Ergebnisse gehen wir in unseren Annahmen daher davon aus, dass eine zunehmende Kabelabdeckung auch auf den FTTP Ausbau im betreffenden Zeitraum einen negativen Einfluss hatte.

Auch mit Blick auf die Auswirkungen der FTTC Abdeckung auf den FTTP-Ausbau sind eher negative Wirkungen zu erwarten. Auch wenn FTTC als ein Zwischenschritt hin zu FTTP betrachtet wird, bestehen für ein Unternehmen, das FTTC ausgebaut hat, kaum

⁴⁰⁹ Queder, F.; Stronzik, M.; Wernick, C. (2019): Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTx-Infrastrukturen in Europa, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 442, Bad Honnef, Juni 2019.

⁴¹⁰ Eine Ausnahme bilden Erweiterungsinvestitionen in die Kabelnetze, die in dem Beobachtungszeitraum zu Gegeninvestitionen der Incumbents und alternativen Anbieter geführt haben. Vgl. Queder, F.; Stronzik, M.; Wernick, C. (2019): Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTx-Infrastrukturen in Europa, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 442, Bad Honnef, Juni 2019.

betriebswirtschaftliche Anreize für einen neuen Ausbau, so lange das entsprechende Equipment nicht vollständig abgeschrieben ist und keine anderen Faktoren (Nachfrage, Wettbewerb) diesen nicht unbedingt erforderlich machen.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die betrachteten unabhängigen Variablen sowie die vermutete Wirkungsrichtung.

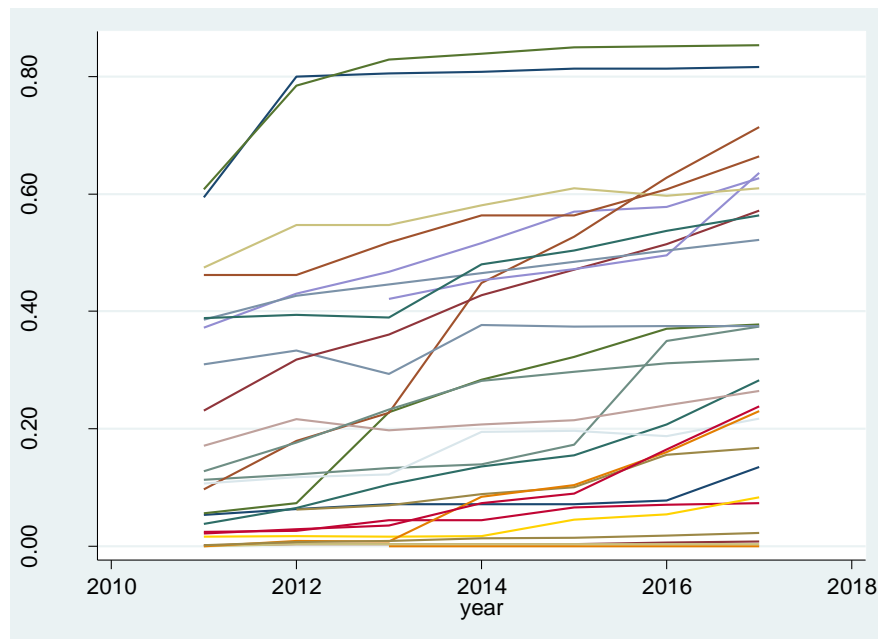
Tabelle A– 1: Unabhängig Variablen und Wirkungsrichtungen

Unabhängige Variablen	Erklärung	Vermutete Wirkungsrichtung auf Δ fttp_cov
<i>cb_cov</i>	Kabel Coverage	negativ
<i>dcs_cov</i>	Docsis Coverage	negativ
<i>dsl_cov</i>	DSL Coverage	negativ
<i>fttc_cov</i>	VDSL Coverage	negativ
<i>fttp_take_up</i>	FTTP-Take-up-Rate	positiv
<i>log_pop_dens</i>	Bevölkerungsdichte	positiv
<i>log_gdp_cap</i>	Bruttoinlandsprodukt pro Kopf	positiv
<i>hh_rural_proz</i>	Anteil % an ländlichen Haushalten	negativ

Quelle: WIK.

Der Verlauf der FTTP Coverage für das betrachtete Sample ist in Abbildung A-1 dargestellt. Es ist ein über die Zeit deutlich ansteigender Verlauf zu beobachten, wobei das Bild sehr heterogen ist. Zum Teil erfolgt ein recht kontinuierlicher Ausbau (z.B. Dänemark), während in anderen Ländern signifikante Sprünge auftreten (z.B. Spanien). Ferner verharren einige Länder auf einem sehr bescheidenen Niveau (z.B. Irland und UK), während andere Länder bereits zu Beginn des Betrachtungszeitraums eine hohe Anschlussdichte mit FTTP verzeichnen (z.B. Litauen und Lettland). Letzteres ist auch der Grund, warum die Analysen zweigeteilt erfolgen.

Abbildung A– 1: FTTP Coverage im Zeitablauf



Quelle: WIK.

Die Variablen im Rahmen von Panelbetrachtungen enthalten zwei Arten von Informationen: die Veränderung im Zeitverlauf (Within-Variation), also der zusätzliche Ausbau von FTTP innerhalb der Länder, sowie den Unterschied zwischen den Ländern (Between-Variation). Beide können durch unterschiedliche Ursachen hervorgerufen werden und somit unterschiedliche Erklärungsansätze für den zu beobachtenden FTTP-Ausbau liefern.

Tabelle A–2: Deskriptive Statistik der abhängigen Variablen

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
fttp_cov	overall	0.2754	0.2480	0.0000	0.8531	N = 181
	between		0.2388	0.0000	0.8022	n = 27
	within		0.0770	-0.0306	0.5864	T-bar = 6.7037
dfttp_cov	overall	0.0296	0.0406	-0.0392	0.2211	N = 153
	between		0.0225	0.0000	0.1028	n = 27
	within		0.0339	-0.0251	0.1986	T-bar = 5.66667

Quelle: WIK.

Tabelle A-2 enthält die deskriptiven Statistiken von `fttp_cov` und `dfttp_cov`. Die geringere Beobachtungsanzahl bei `dfttp_cov` (N=153) gegenüber `fttp_cov` (N=181) ist auf die Differenzenbildung zurückzuführen.

Ein Großteil der Variation der FTTP-Abdeckung ist durch die Unterschiede zwischen den Ländern bedingt (Between-Variation). Für die Ausbaurate `dfttp_cov` besteht kein großer Unterschied zwischen Between- und Within-Variation. Diese Feststellung ist von hoher Relevanz für die Schätzstrategie, um die in den Daten enthaltenen Informationen adäquat nutzbar zu machen.

In der bestehenden Literatur wird in erster Linie ein Fixed-Effect-Schätzer verwendet. Ein solcher hat den Vorteil, dass eine etwaige unbeobachtete Effektheterogenität entlang der Länder nicht das Ergebnis verzerrt. Andererseits besteht der Nachteil, dass die Between-Variation keine Berücksichtigung findet. Ein Fixed-Effect-Schätzer berücksichtigt also lediglich die Within-Variation, mithin die zusätzlichen ausgebauten Haushalte je Land und damit nur die von 2011 bis 2017 erschlossenen Haushalte. Die in der Between-Variation enthaltenen Informationen bleiben dabei ungenutzt. Da unter Umständen unterschiedlich gerichtete Effekte für die Between- und Within-Variation bestehen, lässt sich die Frage nur über eine zusätzliche Verwendung des Between-Schätzers beantworten, der die Unterschiede im Niveau der FTTP-Abdeckung berücksichtigt.

Der Between-Schätzer wird vergleichsweise selten in der empirischen Wirtschaftsforschung angewandt. Dies liegt darin begründet, dass in der Regel einheitliche Effekte für Between- und Within-Variationen angenommen werden können.⁴¹¹ Wird beispielsweise der Effekt des BIP auf den Breitbandausbau geschätzt, ist anzunehmen, dass sowohl die Steigerung des BIP eines Landes als auch das höhere BIP des Landes A gegenüber dem Land B positive Effekte auf das Steueraufkommen haben. In unserem Kontext jedoch ist a priori offen, ob eine einheitliche Effektrichtung vorliegt. Daher wird neben dem Fixed-Effekt-Schätzer auch der Between-Schätzer angewendet.

Tabelle A– 3 zeigt die partiellen Korrelationen zwischen den betrachteten Variablen.

411 William Gould (2017): What is the between estimator?, elektronisch verfügbar unter: <https://www.stata.com/support/faqs/statistics/between-estimator/>

Tabelle A– 3: Korrelationsmatrix

	dfttp_cov	cb_cov	dcs_cov	dsl_cov	fttc_cov	fttp_take_up	log_pop_dens	log_gdp_cap	hh_rural_proz
dfttp_cov	1								
cb_cov	0.1034	1							
dcs_cov	0.0762	0.9928***	1						
dsl_cov	-0.0727	0.2568***	0.3042***	1					
fttc_cov	-0.1973**	0.4011***	0.4345***	0.4684***	1				
fttp_take_up	-0.0181	0.2174**	0.1883*	-0.3438***	-0.4668***	1			
log_pop_dens	-0.013	0.5145***	0.5432***	0.3791***	0.5063***	-0.394***	1		
log_gdp_cap	-0.0318	0.2803***	0.2865***	0.503***	0.6421***	-0.238**	0.2345***	1	
hh_rural_proz	0.0391	-0.3953***	-0.4458***	-0.5398***	-0.5207***	0.1139	-0.6183***	-0.3494***	1

Signifikanzniveaus: * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

Quelle: WIK.

Insbesondere bei den Abdeckungen der unterschiedlichen Technologien bestehen für Panelschätzungen relativ hohe und signifikante Korrelationen. Gleiches gilt für die Technologieverfügbarkeit und die erhobenen strukturellen Faktoren sowohl im positiven (pro Kopf BIP, Bevölkerungskonzentration) als auch im negativen (Anteil der Haushalte im ländlichen Raum).

Methodisches Vorgehen und Ergebnisse

Um adäquate Schätzgleichungen zu erhalten, wurde auf einen Suchalgorithmus zurückgegriffen, der die unterschiedlichen Variablenkombinationen testet. Stufenweise oder heuristische Suchalgorithmen, die z.B. Vorwärts- und Rückwärtsselektionsmechanismen miteinander kombinieren, sind in der Regel nicht für Schätzungen von Paneldaten geeignet. Ferner sind die Ergebnisse abhängig vom Suchpfad und können daher ein globales Optimum nicht garantieren (in sample optimality problem). Der Ansatz von Gluzman und Panigo (2015) überwindet diese Probleme und sucht nach dem globalen Optimum hinsichtlich eines Zielkriteriums aus allen möglichen Variablenkombinationen. Als Zielkriterium wurde eine Kombination aus dem Akaike Informationskriterium (AIC) und dem Informationskriterium nach Schwartz (BIC) gewählt. Bei der Auswahl möglicher Erklärungsvariablen besteht ein Trade-off zwischen Erhöhung des Erklärungsgehalts und Modellkomplexität. Die verschiedenen zur Verfügung stehenden Selektionskriterien unterscheiden sich in der Regel darin, wie die Hinzunahme weiterer Erklärungsvariablen und somit die Zunahme der

Modellkomplexität sanktioniert wird. Durch die Verwendung einer Kombination aus unterschiedlichen Kriterien kann ein Ausgleich dieser Tendenzen erreicht werden.⁴¹²

Der Suchalgorithmus nach Gluzman und Panigo (2015) wurde sowohl für den Fixed-Effekt-Schätzer als auch für den Between-Schätzer separat durchgeführt. Die Erklärungsvariablen wurden dabei auch als erste Differenzen, quadriert, kubisch sowie mit einer Verzögerung von einer Periode betrachtet. Zusätzlich wurde auch ein Zeittrend und ein quadrierter Zeittrend einbezogen. Zeitverzögerte Variable ermöglichen es zu testen, ob sich ein Einfluss auf den FTTP-Ausbau erst in der Folgeperiode auswirkt. Quadrierte und kubische Terme kontrollieren für eventuelle nichtlineare Zusammenhänge zwischen abhängiger und unabhängiger Variable.

a) *Fixed-Effekt-Schätzer*

Für die Fixed-Effekt-Schätzung konnten auf Basis des Suchalgorithmus die Bevölkerungsdichte (in logarithmierter Form, log_pop_dens) und die Kabelabdeckung (dcs_cov) identifiziert werden, wobei letztere linear und quadriert (dcs2_cov) eingeht. Tabelle A– 4 enthält das Ergebnis für die Fixed-Effekt-Schätzung.

Tabelle A– 4: Fixed-Effekt-Schätzung

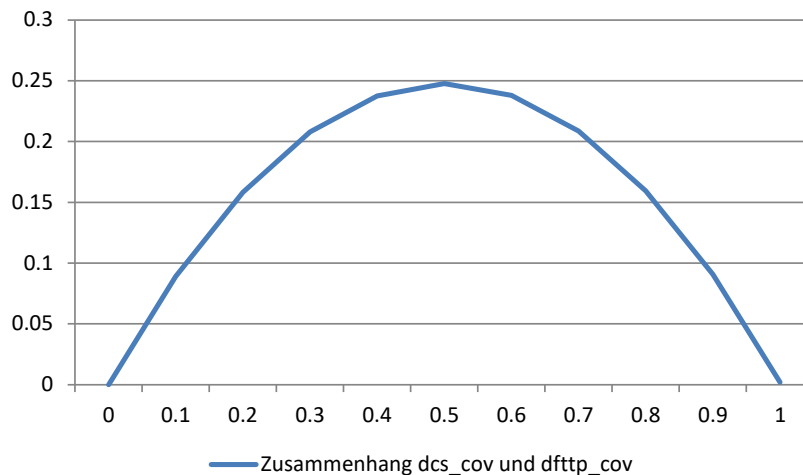
. xtreg dfttp_cov dcs_cov dcs2_cov log_pop_dens, fe vce(robust)						
Fixed-effects (within) regression			Number of obs	=	153	
Group variable: id			Number of groups	=	27	
R-sq:			Obs per group:			
within	=	0.2207	min	=	2	
between	=	0.0000	avg	=	5.7	
overall	=	0.0001	max	=	6	
corr(u_i, Xb) = -0.9987			F(3,26)	=	4.48	
			Prob > F	=	0.0115	
(Std. Err. adjusted for 27 clusters in id)						
dfttp_cov	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
dcs_cov	.9886107	.3123673	3.16	0.004	.3465304	1.630691
dcs2_cov	-.9865912	.3023014	-3.26	0.003	-1.607981	-.3652018
log_pop_dens	.6467503	.2474817	2.61	0.015	.1380444	1.155456
_cons	-3.2023	1.177	-2.72	0.011	-5.621658	-.7829421
sigma_u	.54008101					
sigma_e	.03322031					
rho	.9962308	(fraction of variance due to u_i)				

Quelle: WIK.

⁴¹² Für weitergehende Erläuterungen zum gewählten Suchalgorithmus siehe Gluzman, P., und D. Panigo (2015): Global search regression: A new automatic model-selection technique for cross-section, time-series, and panel-data regressions, The Stata Journal 15(2), 325-349.

Die Bevölkerungsdichte wirkt sich erwartungsgemäß positiv auf den FTTP-Ausbau aus. Je höher die Bevölkerungsdichte ist, desto größer ist das Ausbautempo. Die Auswirkung der Kabelabdeckung auf die jährlichen Änderungsraten des FTTP-Ausbaus ist in Abbildung A-2 dargestellt.

Abbildung A– 2: Zusammenhang Kabelabdeckung und FTTP-Ausbau



Quelle: WIK.

Aufgrund des nicht-linearen Zusammenhangs steigt mit zunehmender Kabelabdeckung der FTTP-Ausbau zunächst an und erreicht bei 0.5 sein Maximum. Danach verlangsamt sich das Tempo wieder, wobei der Zusammenhang zwischen beiden Größen im positiven Bereich verbleibt. Dies bedeutet, dass der größte Zuwachs an FTTP-Abdeckung bei einer Kabelabdeckung von 50% erreicht wird. Kabel und FTTP sind beide (potentiell) gigabitfähig und stehen daher in einem infrastrukturellen Wettbewerb.

Die Ergebnisse sollten vor dem Hintergrund der Ausbaukosten und der „relativen“ Marktmacht der Kabelnetzbetreiber interpretiert werden. Verfügen die Kabelnetze nur über eine sehr geringe Abdeckung spielen diese für die Ausbaustrategie der Telekommunikationsanbieter und insbesondere des Incumbents nur eine untergeordnete Rolle. Daher wird der Ausbau im Zweifelsfall auf Regionen konzentriert werden, die nicht mit Kabelnetzen erschlossen sind und daher ein größeres Endkundenpotential aufweisen.

Mit wachsender Netzabdeckung gewinnen die Kabelnetzbetreiber an strategischer Bedeutung als Wettbewerber, was den beobachteten Anstieg bis zu seinem Peak bei einer Kabelabdeckung von 50% erklärt. Ab diesem Punkt gewinnen die Ausbaukosten als Entscheidungsfaktor an Relevanz. In der Regel sind die Kabelnetze insbesondere in Gebieten mit einer hohen Bevölkerungsdichte (und damit geringen Ausbaukosten) ausgerollt worden. In diesen Gebieten ist ein kommerzieller Ausbau durch zwei

Anbieter eher darstellbar als in halbstädtischen oder ländlichen Gebieten mit einer geringen Bevölkerungsdichte.⁴¹³ Vor diesem Hintergrund ist zu erwarten, dass Telekommunikationsanbieter ab einer gewissen Bevölkerungsdichte von einem parallelen Ausbau Abstand nehmen, da dieser kommerziell nicht darstellbar ist, weswegen ab einer Kabelabdeckung von 50% der Effekt wieder schwächer wird.

Schließlich dürfte auch eine Rolle spielen, dass in einigen der Länder, die über umfangreiche Kabelnetzinfrastrukturen verfügen (z.B. Belgien, UK), die Telekommunikationsnetze (zunächst) über FTTC aufgerüstet worden sind, was in der Variable FTTP nicht erfasst wird. Dies erklärt auch die Unterschiede zu den Ergebnissen der eingangs zitierten Studie von Queder et al (2019), die auf den FTTX und nicht auf den FTTP-Ausbau rekurriert.

b) Between-Schätzer

Im Gegensatz zum FE-Schätzer widmet sich der BE-Schätzer den Unterschieden zwischen den Ländern. Wie oben bereits ausgeführt, ist der alleinige Blick auf die Veränderung über die Zeit aufgrund des kurzen Betrachtungszeitraumes und der in einigen Ländern zu Beginn bereits deutlich höheren FTTP-Abdeckung als in anderen Ländern zu kurz gegriffen, um die im Sample enthaltenen Informationen vollständig auszuwerten.

Tabelle A– 5: Between-Schätzung

```

. xtreg dfttp_cov log_gdp_cap fttc_cov dcs_cov, be

```

Between regression (regression on group means)	Number of obs	=	153
Group variable: id	Number of groups	=	27
R-sq:	Obs per group:		
within = 0.0017	min =		2
between = 0.3997	avg =		5.7
overall = 0.0839	max =		6
	F(3,23)	=	5.11
sd(u_i + avg(e_i.)) = .0185139	Prob > F	=	0.0075

dfttp_cov	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
log_gdp_cap	.0247743	.0132139	1.87	0.074	-.0025608 .0521094
fttc_cov	-.0697383	.0184038	-3.79	0.001	-.1078094 -.0316672
dcs_cov	.0327386	.0156666	2.09	0.048	.000331 .0651462
_cons	-.2177928	.1340189	-1.63	0.118	-.4950321 .0594465

Quelle: WIK.

⁴¹³ Diesen Zusammenhang zeigt für Deutschland auch eine aktuelle Studie des WIK zum Ausbau von parallelen Glasfaserinfrastrukturen, vgl. Braun, M.R.; Wernick, C.; Plückerbaum, T.; Ockenfels, M. (2019): Parallele Glasfaserausbauten auf Basis von Mitverlegung und Mitnutzung gemäß DigiNetzG als Möglichkeiten zur Schaffung von Infrastrukturwettbewerb, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 456, Bad Honnef, Dezember 2019.

Auf Basis des Suchalgorithmus konnten das um Kaufkraftparitäten (PPP)-bereinigte Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (\log_gdp_cap), die Abdeckung mit FTTC ($fttc_cov$) sowie die Kabelabdeckung (dcs_cov) identifiziert werden.

Die Ergebnisse für die BE-Schätzung sind in Tabelle A-5 dargestellt. Das Bruttoinlandsprodukt wirkt sich erwartungsgemäß positiv auf den FTTP-Ausbau aus. Die Variable \log_gdp_cap ist positiv korreliert mit der Bevölkerungsdichte, so dass sie implizit den in \log_pop_dens enthaltenen Informationsgehalt zum Teil mitabbildet. Im Rahmen der BE-Schätzung beinhaltet das Bruttoinlandsprodukt jedoch einen besseren Erklärungsgehalt als die Bevölkerungsdichte.⁴¹⁴

Im Gegensatz zur Betrachtung über die Zeit ist für die Unterschiede zwischen den Ländern neben der Abdeckung mit DOCSIS auch die FTTC-Abdeckung relevant, wobei beide nur linear eingehen. Während dcs_cov weiterhin den FTTP-Ausbau positiv beeinflusst, wirkt sich FTTC negativ aus. Je höher die FTTC-Abdeckung in einem Land ist, desto geringer fällt das Ausbautempo mit FTTP in diesem Land aus, was auf eine gewisse Substitutionsbeziehung zwischen FTTC und FTTP bzgl. des Breitbandausbaus schließen lässt. Während DOCSIS – zumindest bis zu einem gewissen Grad – den Ausbau befördert, senkt die Verfügbarkeit von FTTC die Ausbauaktivitäten für FTTP.

Dieser Trend dürfte insbesondere drei Faktoren geschuldet sein. Zum einen ist davon auszugehen, dass Unternehmen die in FTTC investiert haben, ihre Investitionen zunächst amortisieren möchten und daher Folgeinvestitionen in FTTP möglichst in die Zukunft verschieben. Darüber hinaus dürfte im Betrachtungszeitraum auch der nachfrageseitige Druck für Folgeinvestitionen für FTTC-Anbieter eher gering gewesen sein. Schließlich ist zu beobachten, dass in den Ländern, in denen der Incumbent im Betrachtungszeitraum eine FTTC-Strategie verfolgt hat, FTTB/H-Ausbauten durch alternative Anbieter wenn überhaupt eher regional konzentriert in kleinerem Umfang und nicht in großer Skalierung auf nationaler Ebene stattgefunden haben.

⁴¹⁴ Wird die Bevölkerungsdichte zusätzlich als Erklärungsvariable aufgenommen, bleiben die Ergebnisse nahezu unverändert, wobei die Bevölkerungsdichte insignifikant ist.

Tabelle A– 6: Tarife Festnetz-Breitbandvergleich

<p>Niederlande/Amsterdam: Anbieter: KPN Tarif: Internet Geschwindigkeit: 100/10 Mbit/s MVLZ: 12 Monate Preis: 47,50€ (Rabatt in den ersten drei Monaten auf 40,00€)</p>	<p>Deutschland/Berlin: Anbieter: Telekom Deutschland Tarif: MagentaZuhause L Geschwindigkeit: 100/40 Mbit/s MVLZ: 24 Monate Preis: 44,95€ (Rabatt in den ersten sechs Monaten auf 19,95€)</p>	<p>Dänemark/Kopenhagen: Anbieter: YouSee (Tochter von TDC) Tarif: YouSee Op til 100/20 Mbit Geschwindigkeit: 100/20 Mbit/s MVLZ: 6 Monate Preis: 319 DKK (gratis im ersten Monat)</p>	<p>United Kingdom/London: Anbieter: BT Tarif: Superfast Fibre 2 Geschwindigkeit: 67/20 Mbit/s MVLZ: 24 Monate Preis: £39,99 (Erhöhung auf £47,99 ab dem 25. Monat; automatische Inflationsanpassung)</p>	<p>Spanien/Madrid: Anbieter: Movistar (Tochter von Telefónica) Tarif: Fibra Optica 100Mb Geschwindigkeit: 100/100 Mbit/s MVLZ: 12 Monate Preis: 14,99€ + 17,40€ Leitungsentgelt (Erhöhung auf 49,99€ + Leitungsentgelt ab dem 13. Monat)</p>
<p>Frankreich/Paris: Anbieter: Orange Tarif: Livebox Fibre Geschwindigkeit: 300/300 Mbit/s MVLZ: 12 Monate Preis: 22,99€ (Erhöhung auf 41,99€ ab dem 13. Monat)</p>	<p>Südkorea/Seoul: Anbieter: SK Broadband Tarif: Smart Direct Geschwindigkeit: 100/100 Mbit/s MVLZ: Preis unterschiedlich je nach MVLZ: hier 36 Monate, gegen Aufpreis auch geringer möglich Preis: 22000 KRW</p>	<p>Schweden/Stockholm: Anbieter: Telia Tarif: Bredband 100/100 Geschwindigkeit: 100/100 Mbit/s MVLZ: 12 Monate Preis: 349 SEK (Erhöhung auf 429 SEK ab dem 13. Monat)</p>	<p>USA/Washington D.C.: Anbieter: Verizon Tarif: Better Browsing (+ Voice) Geschwindigkeit: 100/100 Mbit/s MVLZ: 12 Monate Preis: \$79,99 + Steuern/Abgaben/Gebühren in Höhe von ca. \$13 (Erhöhung ab dem 13. Monat auf ungenannten Betrag, definitiv >\$100)</p>	<p>Schweiz/Bern: Anbieter: Swisscom Tarif: Internet M + Telefonie M Geschwindigkeit: 200/200 Mbit/s MVLZ: 12 Monate Preis: 45 CHF (Erhöhung auf 95 CHF ab dem 13. Monat)</p>

Tabelle A– 7: Tarife Mobilfunkvergleich

<p>Niederlande/Amsterdam: Anbieter: KPN Tarif: SIM only abonnement Datenvolumen: 15 GB MVLZ: 24 Monate (Reduzierung auf 12 Monate gegen 1€/Monat Aufpreis möglich) Preis: 30,00€ (Sonderaktion, sonst regulär 45,00€)</p>	<p>Deutschland/Berlin: Anbieter: Telekom Deutschland Tarif: MagentaMobil M Datenvolumen: 12 GB (+ StreamOn Zero-Rating Angebot) MVLZ: 24 Monate Preis: 49,95€</p>	<p>Dänemark/Kopenhagen: Anbieter: YouSee (Tochter von TDC) Tarif: YouSee Fri + 20 GB Datenvolumen: 20 GB MVLZ: 1 Monat Preis: 199 DKK</p>	<p>United Kingdom/London: Anbieter: BT Tarif: High Data Plan Datenvolumen: 15 GB MVLZ: 12 Monate Preis: £20,00 (automatische Inflationsanpassung)</p>	<p>Spanien/Madrid: Anbieter: Movistar (Tochter von Telefónica) Tarif: Contrato 20 Plus Datenvolumen: 20 GB MVLZ: 1 Monat Preis: 45,00€</p>
<p>Frankreich/Paris: Anbieter: Orange Tarif: 10Go Datenvolumen: 10 GB MVLZ: 12 Monate Preis: 21,99€ (Erhöhung auf 26,99€ ab dem 13. Monat)</p>	<p>Südkorea/Seoul: Anbieter: SK Telecom/Tworld Tarif: T Plan Large Datenvolumen: 100 GB (Drosselung auf 5 Mbit/s bei höherer Nutzung) MVLZ: 1 Monat Preis: 69000 KRW</p>	<p>Schweden/Stockholm: Anbieter: Telia Tarif: Telia Mobil 30 GB Datenvolumen: 30 GB MVLZ: 12 Monate Preis: 469 SEK</p>	<p>USA/Washington D.C.: Anbieter: Verizon Tarif: Now 16 GB High Speed Data Datenvolumen: 16 GB MVLZ: Prepaid (monatlich kündbar) Preis: \$45,00 + Steuern/Abgaben/Gebühren in unbestimmter Höhe</p>	<p>Schweiz/Bern: Anbieter: Swisscom Tarif: Swiss mobile flat Datenvolumen: unlimitiert MVLZ: 12 Monate Preis: 65 CHF</p>

Literaturverzeichnis

- 5G ACIA (2019): 5G for Connected Industries and Automation, Second Edition, White Paper, Februar 2019, elektronisch verfügbar unter:
https://www.5g-acia.org/fileadmin/5G-ACIA/Publikationen/Whitepaper_5G_for_Connected_Industries_and_Automation/WP_5G_for_Connected_Industries_and_Automation_Download_19.03.19.pdf
- 5G Observatory (2019): 3.6-3.8 GHz Spanish 5G spectrum auction raised 438 million EUR, in: other, 05. Juli 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://5gobservatory.eu/status-of-the-lte-ecosystem/>
- 5G Observatory (2019): 5G Observatory Quarterly Report 4 – Up to June 2019, elektronisch verfügbar unter:
<http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/07/80082-5G-Observatory-Quarterly-report-4-min.pdf>
- 5G Observatory (2019): 5G Observatory Quarterly Report 5 – Up to September 2019, elektronisch verfügbar unter:
http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/10/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-5_final.pdf
- 5G Observatory (2019): AT&T mobile 5G service launching on the 21st of December in: 5G commercial launch, 19. Dezember 2018, elektronisch verfügbar unter:
<https://5gobservatory.eu/att-mobile-5g-service-launching-on-the-21st-of-december/>
- 5G Observatory (2019): National 5G Plans and Strategies, elektronisch verfügbar unter:
<http://5gobservatory.eu/public-initiatives/national-5g-plans-and-strategies/>
- 5G Observatory (2019): Significant shift in UK spectrum policy, in: 5G spectrum, 30. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <http://5gobservatory.eu/significant-shift-in-uk-spectrum-policy/>
- 5G Observatory (2019): Verizon's commercial 5G network went live, in: 5G auctions, 04. April 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://5gobservatory.eu/verizons-commercial-5g-network-went-live/>
- 5G Observatory (2019): Vodafone Spain launched 5G in 15 cities, in: 5G commercial launch, 17. Juni 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://5gobservatory.eu/vodafone-spain-launched-5g-in-15-cities/>
- Analysys Mason (2018): China will lead the world in NB-IoT, which will benefit Chinese vendors and the ecosystem worldwide, 18. Januar 2018, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.analysismason.com/Research/Content/Comments/China-IoT-benefits-RDME0-RDRP0/>
- ARCEP (2017): FTTH in France, WIK Investment Workshop, Brussels, 07. März 2017.
- AT&T (2019): AT&T Reinvents the Live Sports Experience, 05. September 2019, elektronisch verfügbar unter: https://about.att.com/story/2019/5g_at_att_stadium.html
- BAKOM (2018): Sammlung statistischer Daten, letzte Aktualisierung 01. November 2018, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/telekommunikation/zahlen-und-fakten/sammlung-statistischer-daten.html>.
- Bayerische Staatsregierung (2018): Bericht aus der Kabinettsitzung vom 9. Januar 2018, elektronisch verfügbar unter: <http://www.bayern.de/bericht-aus-der-kabinettsitzung-vom-9-januar-2018/>
- BBC (2015): BT to buy mobile firm EE for £12.5bn, in: BBC.com, 05. Februar 2015, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bbc.com/news/business-31144009>
- Bell, P. (2018): Cable is Main Form of Broadband Access in North America, 08. November 2018, elektronisch verfügbar unter:
<https://blog.telegeography.com/cable-is-main-form-of-broadband-access-in-north-america>
- BEREC (2018) Report on infrastructure sharing, BoR (18)116, 14. Juni 2018, elektronisch verfügbar unter:
https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8164-berec-report-on-infrastructure-sharing
- berniesanders.com (2019): High-Speed Internet for All, elektronisch verfügbar unter:
<https://berniesanders.com/issues/high-speed-internet-all/>
- Bertelsmann Stiftung, Beckert B. (2017): Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa – Was kann Deutschland vom Ausland lernen? 1. Auflage, Mai 2017, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Smart_Country/Breitband_2017_final.pdf
- Bertschek, I. et al. (2016): The Economic Impacts of Telecommunications Networks and Broadband Internet: A Survey, Discussion Paper No. 16-056, Mannheim.
- BMVI (2019): Mobilfunkstrategie, 5-Punkte-Plan zur Beschleunigung von Planung, Genehmigung und Ausbau von 4G- und 5G-Netzen sowie zur Schließung von Mobilfunklücken im 4G-Netz, Berlin, September 2019, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Mobilfunkstrategie.pdf?__blob=publicationFile
- BMVI (2020): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Mitte 2019), Erhebung der atene KOM im Auftrag des BMVI, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/breitband-verfuegbarkeit-mitte-2019.pdf?__blob=publicationFile

- BMWi (2019): Wertschätzung, Stärkung, Entlastung: Mittelstandsstrategie, Berlin, 01. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Mittelstand/mittelstandsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=16.
- BMWi; BMBF (2019): Das Projekt GAIA-X: Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems, 29. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x-executive-summary.html>
- Bode, K. (2019): Americans' Increasing Data Use Is on a Collision Course with Data Caps, 30. April 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.vice.com/en_us/article/bj9n3z/americans-increasing-data-use-is-on-a-collision-course-with-data-caps
- Brandom, R.; Kelly, M. (2019): T-Mobile's merger trial has been all about Dish. In: theverge.com, 20. Dezember 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.theverge.com/2019/12/20/21031299/t-mobile-sprint-merger-trial-dish-5g-state-lawsuit>
- Braun, M.R.; Wernick, C.; Plückerbaum, T.; Ockenfels, M. (2019): Parallele Glasfaserausbauten auf Basis von Mitverlegung und Mitnutzung gemäß DigiNetzG als Möglichkeiten zur Schaffung von Infrastrukturbewettbewerb, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 456, Bad Honnef, Dezember 2019.
- Breitband.NRW (2017): Alternative Verlegungsmethoden für den Glasfaserausbau – Hinweise für die Praxis, elektronisch verfügbar unter: <https://www.gigabit.nrw.de/images/PDFs/Leitfaden/alternative-verlegungsmethoden-fuer-den-glasfaserausbau.pdf>
- Breithut, J. (2019): Warum Kommunen auf 124 Millionen Euro an Fördermitteln verzichten, in: Spiegel Online, 18. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/breitbandausbau-kommunen-verzichten-auf-124-millionen-euro-an-foerdermitteln-a-1277928.html>
- Briegleb, V. (2019): Bundesnetzagentur gibt 700-MHz-Band für Mobilfunk frei, in: Heise online, 05. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Bundesnetzagentur-gibt-700-MHz-Band-fuer-Mobilfunk-frei-4464141.html>
- Briglauer, W.; Fröbing, S.; Vogelsang, I. (2014): The Impact of Alternative Public Policies on the Deployment of New Communications Infrastructure – A Survey. Discussion Paper No. 15-003, Januar 2015, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp15003.pdf>
- Briglauer, W.; Gugler, K.; Haxhimusa, A. (2016): Facility- and service-based competition and investment in fixed broadband networks: Lessons from a decade of access regulations in the European Union member states, erschienen in: Telecommunications Policy, Volume 40, Issue 8: 729-742.
- Briglauer, W.; Dürr, N.; Gugler, K. (2019): A Retrospective Study on the Regional Benefits and Spillover Effects of High-Speed Broadband Networks: Evidence from German Counties, Discussion Paper No. 19-026, Mannheim, Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp19026.pdf>
- Brodtkin, J. (2019): Charter data use "rising rapidly" as cord cutters average 400GB a month, 01. Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://arstechnica.com/information-technology/2019/05/charter-data-use-rising-rapidly-as-cord-cutters-average-400gb-a-month/>
- Brodtkin, J. (2019): Terabyte-using cable customers double, increasing risk of data cap fees, 23. Januar 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://arstechnica.com/information-technology/2019/01/terabyte-using-cable-customers-double-increasing-risk-of-data-cap-fees/>
- Brodtkin, J. (2019): Verizon plans 5G Home Internet in every city where it deploys mobile 5G. in: arstechnica.com. 13. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://arstechnica.com/information-technology/2019/09/verizon-plans-5g-home-internet-in-every-city-where-it-deploys-mobile-5g/>
- Bundeskartellamt (2019): Verpflichtende Zusagen von Telekom und EWE zum gemeinsamen Glasfaserausbau, Pressemitteilung, 05. Dezember 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Pressemitteilungen/2019/05_12_2019_Telekom_EWE.pdf
- Bundesnetzagentur (2018): Bundesnetzagentur legt finale Entwurf für 5G-Frequenzauktion vor, 16. November 2018, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2018/20181116_5G.html
- Bundesnetzagentur (2018): Bundesnetzagentur stärkt Deutschland als Leitmarkt für 5G, 26. November 2018, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2018/Entscheidungsentwurf.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Bundesnetzagentur (2019): Jahresbericht 2018, 20 Jahre Verantwortung für Netze, Bonn, 31. Dezember 2018, elektronisch verfügbar unter:

- https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publicationen/Berichte/2019/JB2018.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- Bundesnetzagentur (2019): Mobiles Breitband, Versorgung der Bevölkerung mit funkgestützten Breitbandanschlüssen, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html
- Bundesnetzagentur (2019): Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2018/2019, Bonn, Dezember 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/TaetigkeitsberichtTK20182019.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- Bundesregierung (2019): 5G-Frequenzauktion ist beendet, 13. Juni 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/5g-auktion-beendet-1637030#tar-10>
- Bundesregierung (2019): Mobilfunkstrategie: 5-Punkte-Plan zur Beschleunigung von Planung, Genehmigung und Ausbau von 4G- und 5GNetzen sowie zur Schließung von Mobilfunklücken im 4G-Netz, Berlin, September 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Mobilfunkstrategie.pdf?__blob=publicationFile
- CAICT (2019): White Paper on the Commercial Application Scenarios of Gigabit Broadband Networks, Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: http://www.caict.ac.cn/english/yjcg/bps/201910/t20191018_267352.htm
- Capgemini, IDC, Sogeti, Politecnico di Milano (2018): eGovernment Benchmark 2018 – Securing eGovernment for all, Studie für die Europäische Kommission, 2018, elektronisch verfügbar unter: https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2018-47/egovernment_benchmark_2018_background_report_F21FA84B-0254-F4DB-7B2FC4567D4AA925_55487.pdf
- Carter, K. R.; Marcus, J. S.; Wernick, C. (2008): Network Neutrality: Implications for Europe. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 314, Bad Honnef, Dezember 2008.
- CDU, CSU und SPD (2018): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Zeile 1625-1662, 12. März 2018, elektronisch verfügbar unter: https://www.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1
- CERRE (2018): State Aid for Broadband Infrastructure in Europa, November 2018, https://www.cerre.eu/sites/cerre/files/CERRE_StateAidBroadband_FinalReport_0.pdf
- Chakravorti und Chaturvedi (2017): Digital Planet 2017 – How Competitiveness and Trust in Digital Economies vary across the World, Juli 2017, elektronisch verfügbar unter: https://sites.tufts.edu/digitalplanet/files/2017/05/Digital_Planet_2017_FINAL.pdf
- Chamberlain, K. (2019): Municipal Broadband Is Roadblocked Or Outlawed In 25 States, 17. April 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://broadbandnow.com/report/municipal-broadband-roadblocks/>
- Charter (2015a): Charter to Acquire Bright House Networks for \$10.4 billion, elektronisch verfügbar unter: <https://ir.charter.com/news-releases/news-release-details/charter-acquire-bright-house-networks-104-billion/>
- Charter (2015b): Charter Communications to Merge with Time Warner Cable and Acquire Bright House Networks, elektronisch verfügbar unter: <https://ir.charter.com/news-releases/news-release-details/charter-communications-merge-time-warner-cable-and-acquire/>
- China Academy of Information and Communications Technology Broadband Development Alliance (2019): White Paper on China's Broadband Development (2019), Oktober 2019
- China Daily.com (2019): BT becomes first foreign telecoms firm to secure Chinese license, letzte Aktualisierung 29. Januar 2019, elektronisch verfügbar unter: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201901/29/WS5c4bfdca3106c65c34e70b2.html>
- China Tower (2019): History, elektronisch verfügbar unter: <https://ir.china-tower.com/en/about/history.php>
- Cisco (2019): Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022 White Paper, letzte Aktualisierung 27. Februar 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html>
- Clark, R. (2018): China Mobile Takes Global Broadband Crown, 05. November 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.lightreading.com/services/broadband-services/china-mobile-takes-global-broadband-crown/d/d-id/747310>
- CNMC (2018): Informe anual 2018, Statistik 4.2 a, Por tipo de contrato, elektronisch verfügbar unter: http://data.cnmc.es/datagraph/jsp/inf_anual.jsp
- ComCom (2019): Tätigkeitsbericht 2018 der Eidg. Kommunikationskommission, elektronisch verfügbar unter: <https://www.comcom.admin.ch/comcom/de/home/dokumentation/jahresbericht.html>
- Connect (2019): The great 2019 Mobile Network Test, elektronisch verfügbar unter: http://p3-networkanalytics.com/wp-content/uploads/2018/12/Network-Test-2019-connect-2019-01-English_sp.pdf

- Crandell, R. W. (2015): The effects of mandated network unbundling on FTTP deployment, 31. Januar 2014, elektronisch verfügbar unter: [https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapi/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf/\\$FILE/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapi/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf/$FILE/DGTP-002-2015-TELUS-AppendixC.pdf)
- Crawford, S., Scott, B. (2015): Be Careful What You Wish For: Why Europe Should Avoid the Mistakes of US Internet Access Policy, in: stiftung neue verantwortung, Policy Brief, Juni 2015
- Custer, C. (2016): China to top world in fiber-optic broadband penetration by 2017, 18. Mai 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.techinasia.com/china-top-world-fiber-optic-broadband-penetration-2017>
- Danish Business Authority (DBA) Marktanalysen vom Juli (2017): Engrosmarkedet for local netadgang på et fast sted (marked 3a) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse
- Danish Business Authority (DBA) (2017): Engrosmarkedet for central netadgang på et fast sted, for så vidt angår masseforhandlede produkter (marked 3b) Markedsafgrænsning, markedsanalyse og markedsafgørelse.
- Danish Business Authority (DBA) (2018): Den geografiske udvikling på bredbåndsmarkedet, Rapport, Dezember 2018, elektronisch verfügbar unter: https://d8test.w2ltest.dk/sites/default/files/2019-03/erst_rapport_om_den_geografiske_udvikling_paa_bredbaandsmarkederne_2018.pdf
- Davies, J. (2019): O2 and Vodafone double down on network sharing deal for 5G, in: telecoms.com, 24. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://telecoms.com/498671/o2-and-vodafone-double-down-on-network-sharing-deal-for-5g/>
- Daws, R. (2019): JD launches China's first 5G-powered IIoT logistics park, in: iottechnews.com, 29. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.iiottechnews.com/news/2019/oct/29/jd-launches-china-first-5g-iiot-logistics-park/>
- DCMS (2017): Broadband Connection Voucher Scheme Impact and Benefits Study, August 2017, elektronisch verfügbar unter: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/640070/Connection_Voucher_Scheme_Impact_and_Benefit_Study_-_August_2017_PDF.pdf
- Danish Energy Agency (Energistyrelsen) (2018): Information Memorandum 700 MHz, 900 Mhz and 2,3 GHz Auction, elektronisch verfügbar unter: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Tele/information_memorandum_-_updated_feb_2019.pdf
- Danish Energy Agency (Energistyrelsen) (2019): Telestatistik Andet halvår 2018, elektronisch verfügbar unter: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Tele/telestatistik_-_andet_halvaar_2018.pdf.
- Danish Energy Agency (Energistyrelsen) (2019): Telestatistiken, elektronisch verfügbar unter: <https://ens.dk/ansvarsomraader/telepolitik/tal-paa-teleomraadet>
- Delhaes, D. (2019): Breitband-Ausbau kommt nur schleppend voran, in: Handelsblatt Online, 16. Juni 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/schnelles-internet-breitband-ausbau-kommt-nur-schleppend-voran/24461454.html>
- Delhaes, D. (2019): Eingriff in den Markt: Union und SPD setzen auf staatliche Gesellschaft, in: Handelsblatt online, 14. Juni 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/mobilfunkmasten-eingriff-in-den-markt-union-und-spd-setzen-auf-staatliche-gesellschaft/24456450.html>
- Department for Digital, Culture, Media & Sport (2018): Future Telecommunications Infrastructure Review, 23. Juli 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.gov.uk/government/publications/future-telecoms-infrastructure-review>
- Department for Digital, Culture, Media & Sport (2018): Local Full Fibre Networks Programme, elektronisch verfügbar unter: <http://www.ukfcf.org.uk/uploads/june2018/justin-leese-local-full-fibre-networks.pdf>
- Department for Digital, Culture, Media & Sport (2019): Gigabit Broadband Voucher Scheme – Am I eligible? Elektronisch verfügbar unter: <https://gigabitvoucher.culture.gov.uk/for-residents/eligibility-for-residents/>
- Department for Digital, Culture, Media & Sport (2019): Rural Gigabit Connectivity Programme, elektronisch verfügbar unter: <https://gigabitvoucher.culture.gov.uk/rural/>
- Department for Digital, Culture, Media & Sport (2019): Wales – Broadband for Welsh Premises, elektronisch verfügbar unter: <https://gigabitvoucher.culture.gov.uk/wales/>
- Digitalgipfel (2019): Mehr Tempo beim Netzausbau, Ergebnisdokument der Fokusgruppe „Digitale Netze“, Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://plattform-digitale-netze.de/ergebnisdokument-der-fokusgruppe-digitale-netze-mehr-tempo-beim-netzausbau/>
- Empirica (2018): #SmartHealthSystems, Digitalisierungsstrategien im internationalen Vergleich, November 2018, elektronisch verfügbar unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Der_digitale_Patient/VV_SHS-Gesamtstudie_dt.pdf
- epicenter.works (2019): Survey of all differential pricing offers in the EEA, 29. Januar 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://epicenter.works/document/1521>

- Ericsson (2018): Ericsson Mobility Report, November 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/491e34/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-november-2018.pdf>
- Ericsson (2019): Ericsson Mobility Report, November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/4acd7e/assets/local/mobility-report/documents/2019/emr-november-2019.pdf>
- Ericsson (2019): Ericsson selects Lewisville, Texas, for company's first 5G smart factory in the United States, 19. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/en/press-releases/6/2019/ericsson-selects-lewisville-texas-companys-first-5g-smart-factory-united-states>
- Europäische Audiovisuelle Informationsstelle (2019): Kein flächendeckendes Cord-Cutting in Europa, Strassburg, 13. Juni 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.obs.coe.int/de/web/observatoire/home/-/asset_publisher/9iKCxBYqiO6S/content/europe-is-not-cord-cutting-right-across-the-board?_101_INSTANCE_9iKCxBYqiO6S_viewMode=view/
- Europäische Kommission (2017): Study on Mobile Broadband Prices in Europe 2017, elektronisch verfügbar unter: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=50378
- Europäische Kommission (2018): Broadband Connectivity, Report/Analysis 2018, letzte Aktualisierung 19. Dezember 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connectivity>
- Europäische Kommission (2018): I-DESI 2018: How digital is Europe compared to other major world economies? Letzte Aktualisierung 22. November 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/how-digital-europe-compared-other-major-world-economies>
- Europäische Kommission (2018): Study on Broadband Coverage in Europe 2017, letzte Aktualisierung 06. Juni 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2017>
- Europäische Kommission (2019): Broadband Connectivity, letzte Aktualisierung 19. Dezember 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connectivity>
- Europäische Kommission (2019): Broadband Coverage in Europe 2018, letzte Aktualisierung 14. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2018>
- Europäische Kommission (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – France Telecom Chapters, letzte Aktualisierung 26. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>
- Europäische Kommission (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Germany Telecom Chapters, letzte Aktualisierung 26. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>
- Europäische Kommission (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Netherlands Telecom Chapters, letzte Aktualisierung 26. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>
- Europäische Kommission (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – Sweden Telecom Chapters, letzte Aktualisierung 26. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>
- Europäische Kommission (2019): 2019 DESI Report– Electronic communications markets overview per Member State (Telecom Chapters) – United Kingdom Telecom Chapters, letzte Aktualisierung 26. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/2019-desi-report-electronic-communications-markets-overview-member-state-telecom-chapters>
- Europäische Kommission (2019): Digital Public Services, letzte Aktualisierung 27. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-public-services-scoreboard>
- Europäische Kommission (2019): eGovernment Benchmark 2019: trust in government is increasingly important for people, letzte Aktualisierung 15. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/egovernment-benchmark-2019-trust-government-increasingly-important-people>
- Europäische Kommission (2019): Fixed Broadband Prices in Europe 2018, letzte Aktualisierung 05. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/fixed-broadband-prices-europe-2018>
- Europäische Kommission (2019): Mergers: Commission clears Vodafone's acquisition of Liberty Global's cable business in Czechia, Germany, Hungary and Romania, subject to conditions, 18. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: https://europa.eu/rapid/press-release_IP-19-4349_en.htm

- Exner, M. (2019): Über Mobilfunkvergleiche und wie sie funktionieren, in: LinkedIn.com, 13. November 2019, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.linkedin.com/pulse/%C3%BCber-mobilfunkvergleiche-und-wie-sie-funktionieren-maik-exner/>
- EY (2018): China is poised to win the 5G race, 2018, elektronisch verfügbar unter:
[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en/\\$FILE/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en/$FILE/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en.pdf)
- FCC (2018): Connect America Fund Phase II Auction Scheduled for July 24, 2018 – Notice and Filing Requirements and Other Procedures for Auction 903, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.fcc.gov/document/fcc-takes-final-steps-next-phase-rural-broadband-expansion-1>
- FCC (2019): FCC proposes establishing \$20.4 billion rural digital opportunity fund, press release, elektronisch verfügbar unter: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-358831A1.pdf>
- Fibre-Systems.com (2018): FTTH Council Europe calls for end to misleading fibre advertising, 04. Dezember 2018, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.fibre-systems.com/news/ftth-council-europe-calls-end-misleading-fibre-advertising>
- Finanzgruppe Deutscher Sparkassen und Giroverband (2019): Diagnose Mittelstand 2019: Ausbau der digitalen Infrastruktur Erfolgsfaktor für den Mittelstand,
- Fogg, I. (2019): 5G users now experience max download speeds over 100 Mbps in 4 countries, in: opensignal.com, 13. September 2019, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.opensignal.com/2019/09/13/5g-users-now-experience-max-download-speeds-over-1000-mbps-in-4-countries>
- Fourie, H.; de Bijl, P.W.J. (2017): Race to the top: Does competition in the DSL market matter for fibre penetration?, 19. Dezember 2017, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308596117302045>
- Gantumur, T.; Stumpf, U. (2016): NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 411, Bad Honnef, Juni 2016.
- Gluzman, P.; Panigo D. (2015): Global search regression: A new automatic model-selection technique for cross-section, time-series, and panel-data regressions, The Stata Journal 15(2), 325-349
- Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband. Studie für Ofcom, Bad Honnef, Juli 2015, elektronisch verfügbar unter:
https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0022/76702/competition_and_investment_fixed.pdf
- Godlovitch, I. et al. (2016): Regulatory, in particular access, regimes for network investment models in Europe, final report, prepared for the EU-Commission, September 2016, elektronisch verfügbar unter:
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d30e7401-9a8b-11e6-9bca-01aa75ed71a1/language-de>
- Godlovitch, I. et al. (2018): The Benefits of Ultrafast Broadband Deployment, WIK-Consult Studie für Ofcom, Bad Honnef, 20. Februar 2018, elektronisch verfügbar unter:
https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0016/111481/WIK-Consult-report-The-Benefits-of-Ultrafast-Broadband-Deployment.pdf
- Godlovitch, I.; Lucidi, S.; Sörries, B. (2019): Competition and investment in the Danish mobile market.
- Gould, W. (2017): What is the between estimator?, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.stata.com/support/faqs/statistics/between-estimator/>
- Gries, C.; Wernick, C. (2017): Bedeutung der embedded SIM (eSIM) für Wettbewerb und Verbraucher im Mobilfunkmarkt, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 422, Bad Honnef, August 2017
- GSMA (2017): Effective Spectrum Pricing: Supporting better quality and more affordable mobile services, Februar 2017, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2017/02/Effective-Spectrum-Pricing-Full-Web.pdf>
- Handelsblatt (2019): China Telecom kooperiert beim 5G-Netzaufbau mit Wettbewerbern, 22. August 2019, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/neuer-mobilfunkstandard-china-telecom-kooperiert-beim-5g-netzaufbau-mit-wettbewerbern/24931756.html>
- Hasbi, Maude (2017): Impact of Very High-Speed Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence, 14th International Telecommunications Society (ITS) Asia-Pacific Regional Conference: "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24.–27. Juni 2017, International Telecommunications Society (ITS), Kyoto.
- Heise Online (2019): Lokales Roaming: Verbände fordern bei Mobilfunkausbau härtere Vorgaben, 25. Mai 2019, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.heise.de/newsticker/meldung/Lokales-Roaming-Verbaende-fordern-bei-Mobilfunkausbau-haertere-Vorgaben-4432015.html>
- Henseler-Unger, I. (2019): Ein Schweizer Messer für die Digitalisierung? – Vom Nutzen einer Digitalagentur oder eines Digitalministeriums, in: WIK-Newsletter Nr. 117
- Hill, J. (2019): Siemens installiert erstes privates Standalone-5G-Netz im Industrie-Umfeld, in: cio.de, 04. Dezember 2019, elektronisch verfügbar unter:

- <https://www.cio.de/a/siemens-installiert-erstes-privates-standalone-5g-netz-im-industrie-umfeld.3548134>
- Hutton, G. (2019): Full Fibre Networks in the UK, House of Commons Briefing Paper CBP 8392, 10. Januar 2020, elektronisch verfügbar unter: <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-8392/CBP-8392.pdf>
- IMD (2018): IMD World Digital Competitiveness Ranking 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/>
- IMD (2019): IMD World Digital Competitiveness Ranking 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2019/>
- Jackson, M. (2019): Breakdown of the Phase 2 Wales Superfast Broadband Coverage Plan, in: ispre-view.co.uk, 05. Februar 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ispreview.co.uk/index.php/2019/02/breakdown-of-the-phase-2-wales-superfast-broadband-coverage-plan.html>
- Jackson, M. (2019): BT to Scoop LOT 1 of Scotland's R100 Superfast Broadband Rollout, in: ispre-view.co.uk, 21. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ispreview.co.uk/index.php/2019/11/bt-scoop-lot-1-of-scotlands-r100-superfast-broadband-rollout.html>
- Jackson, M. (2019): Openreach FTTP – Final 10% of UK Likely to Cost £4000 Per Premises, in: ispre-view.co.uk, 05. August 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ispreview.co.uk/index.php/2019/08/openreach-ftp-final-10-of-uk-likely-to-cost-4000-per-premises.html>
- Jay, S.; Neumann, K-H.; Plückerbaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef, Oktober 2011.
- Jim, C.; Zhu, J. (2017): State-owned China Unicom to raise \$12 billion from Alibaba, Tencent, others, 16. August 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.reuters.com/article/us-china-unicom-results/state-owned-china-unicom-to-raise-12-billion-from-alibaba-tencent-others-idUSKCN1AW0JP>
- Kahan, J. (2019): It's time for a new approach for mapping broadband data to better serve Americans, 08. April 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2019/04/08/its-time-for-a-new-approach-for-mapping-broadband-data-to-better-serve-americans/>
- Kantar TNS & ZEW Mannheim (2019): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018, Der IKT-Standort Deutschland und seine Position im internationalen Vergleich, Oktober 2018, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-ikt-standort-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=26
- Kobie, N. (2019): Boris Johnson's bold full-fibre broadband plan is doomed to fail, in: Wired.com, 29. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.wired.co.uk/article/boris-johnson-full-fibre-broadband-uk-2025>
- Krauth, O. (2017): The rise and fall and rise again of Google Fiber: A timeline, 19. Dezember 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.techrepublic.com/article/the-rise-and-fall-and-rise-again-of-google-fiber-a-timeline/>
- Kühling, J. et al. (2019): Rechtsgutachten über rechtliche Herausforderungen bei der Schaffung von Anreizen für einen flächendeckenden Ausbau von Glasfaserinfrastrukturen, Z30/SEV/288.3/1784/DG13, erstellt im Auftrag des BMVI, 2019.
- Rocco, N. (2019): Standalone: 5G mit allen Features soll nicht vor 2022 starten, in: computerbase.de, 15. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.computerbase.de/2019-10/5g-standalone-rollout-2022/>
- Levin, B.; Downes, L. (2018): Why Google Fiber is High-Speed Internet's Most Successful Failure, 07. September 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://hbr.org/2018/09/why-google-fiber-is-high-speed-internets-most-successful-failure>
- Lücke, H. (2019): 1&1 startet LTE-Tarife im Vodafone-Netz, in: inside-digital.de, 15. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.inside-digital.de/news/1und1-lte-tarife-im-vodafone-netz>
- McKinsey (2018): Japan at a crossroads: The 4G to 5G (r)evolution, Januar 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/japan-at-a-crossroads-the-4g-to-5g-revolution>
- Merics (2019): China's digital rise: challenges for Europe, April 2019, Merics, Papers on China, No. 7, elektronisch verfügbar unter: https://www.merics.org/sites/default/files/2019-04/MPOC_No.7_ChinasDigitalRise_web_final.pdf
- Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e igualdad (2018): Orden ECE/1166/2018, de 29 de octubre, por la que se aprueba el Plan para proporcionar cobertura que permita el acceso a servicios de banda ancha a velocidad de 30 Mbps o superior, a ejecutar por los operadores titulares de concesiones demaniales en la banda de 800 Mhz, elektronisch verfügbar unter: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-15341

- Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (2018): Connectivity Action Plan, Juli 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.government.nl/documents/reports/2018/07/13/connectivity-action-plan>.
- Ministry of industry, trade and tourism (2018): Digital Agenda publishes the first call the Plan 300x100, 16. April 2018, elektronisch verfügbar unter: https://www.mincotur.gob.es/en-us/GabinetePrensa/NotasPrensa/2018/Paginas/agendadigitalpublicala_primeraconvocatoriadel-plan300x100.aspx
- Ministry of Internal Affairs and Communications Japan (MIC) (2011): Broadband Competition Policy in Japan
- Mölleryd (2019): Network sharing – from 3G to 5G with a Swedish view, presentation prepared for WIK conference in Brussels, 15.–16. Oktober 2019.
- Monopolkommission (2019): Staatliches Augenmaß beim Netzausbau, 11. Sektorgutachten Telekommunikation, 2019
- Musil, S. (2019): AT&T is creating a 5G hospital, 08. Januar 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.cnet.com/news/at-t-partners-on-5g-enabled-hospital-effort/>
- Nedescu, D. (2019): Comparing the mobile experience between Germany's MVNOs and the major operators, in: Opensignal.com, 25. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/2019/10/25/comparing-the-mobile-experience-between-germanys-mvno-and-the-major-operators>
- NERA (2018): Telecommunications Infrastructure International Comparison, Report für das Department of Digital, Culture, Media and Sports, 30. März 2018, elektronisch verfügbar unter: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/727891/FTIR_Annex_B-NERA_Telecommunications_Infrastructure_International_Comparison.pdf
- Nett, L.; Sörries, B. (2019): Infrastruktur-Sharing und 5G: Anforderungen an Regulierung, neue wettbewerbliche Konstellationen, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 443, Bad Honnef, 2019.
- Neuwahl Tannen, J. (2019): 5G to fuel research and academic pursuits at the University of Miami, 06 November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://news.miami.edu/stories/2019/11/primed-for-the-next-generation-of-technology.html>
- NGA Plan (2019): Superfast Broadband Voucher Project, elektronisch verfügbar unter: <http://www.nga.gov.gr/index.php/superfast-broadband-sfbb-voucher/?lang=en>
- OECD (2011): Fibre Access – Network Developments in the OCED area, OECD Digital Economy Papers, No. 182, OECD Publishing, Paris, elektronisch verfügbar unter: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5kg9sqz9mlx-en.pdf?expires=1567177442&id=id&accname=quest&checksum=0102973E40B827A2D4509F744D369897>
- OECD (2019): The effects of zero rating, OECD Digital Economy Papers, No. 285, Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-effects-of-zero-rating_6eefc666-en
- OECD (2019): Key ICT Indicators, Prozentsatz der Nutzung von Technologien und Datennutzung, Stand Ende 2018, elektronisch verfügbar unter: <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/oecdkeyictindicators.htm>
- OECD (2019): Broadband Portal, letzte Aktualisierung November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>
- Ofcom (2018): Connected Nations 2018, UK report, 18. Dezember 2018, S. 4, elektronisch verfügbar unter: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0020/130736/Connected-Nations-2018-main-report.pdf
- Ofcom (2019): The Communications Market Report – Interactive data, "Fixed broadband connections by ISP (%)", 04. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/cmr/interactive-data>
- Ofcom (2019): Connected Nations update: Spring 2019, S. 6, 31. Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/infrastructure-research/connected-nations-update-spring-2019>
- Ofcom (2019): Connected Nations update: Summer 2019, 04. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/infrastructure-research/connected-nations-update-summer-2019>
- Ofcom (2019): Delivering the Broadband Universal Service, 06. Juni 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0019/151354/statement-delivering-the-broadband-universal-service.pdf
- Ofcom (2019): Further Ofcom rules to support fibre investment, 24. Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/latest/media/media-releases/2019/further-ofcom-rules-to-support-fibre-investment>
- Ookla Speedtest (2019): Breitbandgeschwindigkeiten, August 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.speedtest.net/global-index>

- Opensignal (2019): The state of mobile network experience, Stand Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.opensignal.com/sites/opensignal-com/files/data/reports/global/data-2019-05/the_state_of_mobile_experience_may_2019_0.pdf
- Opensignal (2016): The State of LTE (November 2016), elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/reports/2016/11/state-of-lte>
- Opensignal (2017): Global State of Mobile Networks (February 2017), elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/reports/2017/02/global-state-of-the-mobile-network>
- Opensignal (2019): Germany, Erfahrungsbericht mit mobilem Netzwerk, Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/de/reports/2019/05/germany/mobile-network-experience>
- Opensignal (2019): United Kingdom, Mobile Network Experience Report April 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/reports/2019/04/uk/mobile-network-experience>
- Orange (2019): Orange and Vodafone strengthen their mobile and fixed network sharing agreements in Spain, Madrid, 25. April 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.orange.com/en/Press-Room/press-releases/press-releases-2019/Orange-and-Vodafone-strengthen-their-mobile-and-fixed-network-sharing-agreements-in-Spain>
- Ovington et al. (2017): The impact of intra-platform competition on broadband penetration, erschienen in: Telecommunications Policy, Volume 41, Issue 3, April 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308596117300083?via%3Dihub>
- P3 (2018): The P3 Mobile Network Test in Spain, elektronisch verfügbar unter: <http://p3-networkanalytics.com/portfolio-item/spain-3/>
- Plückebaum, T. (2014): Nationwide Fttx deployment and the question of profitability, presentation held at the IRG Capacity Building Workshop on NGA, Frauenfeld (Warth) Switzerland, 14–17 April 2014
- PolicyTracker (2019): Spectrum auctions - the current policy debates, a new white paper, August 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.policytracker.com/blog/a-new-white-paper-spectrum-auctions-the-current-policy-debates/>
- Queder, F.; Angenendt, N.; Wernick, C. (2017): Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 423, Bad Honnef, Dezember 2017
- Queder, F.; Stronzik, M.; Wernick C. (2019): Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTX-Infrastrukturen in Europa, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 442, Bad Honnef, Juli 2019.
- Reichert, C. (2019): FCC raises \$2 billion in second 5G spectrum auction, 28. Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.cnet.com/news/fcc-raises-2-billion-in-second-5g-spectrum-auction/>
- Rizzato, F. (2019): Switzerland's topography hardly impacts mobile experience, in: Opensignal.com, 09. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/blog/2019/10/09/switzerlands-topography-hardly-impacts-mobile-experience>
- Rizzato, F. (2019): Understanding why so many German smartphone users are still 3G-only, in: Opensignal.com, 07. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.opensignal.com/2019/11/07/understanding-why-so-many-german-smartphone-users-are-still-3g-only>
- Samsung (2019): 5G Launches in Korea, Get a taste of the future, case study, 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/networks/insights/white-paper/5g-launches-in-korea-get-a-taste-of-the-future/5G-Launches-in-Korea-Get-a-taste-of-the-future.pdf>.
- Sawall, A. (2019): Google Fiber schaltet FTTH wegen freihängenden Kabeln ab, in: golem.de, 08. Februar 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.golem.de/news/shallow-trenching-google-fiber-legt-ftth-netz-in-louisville-still-1902-139269.html>
- Scheuer, S. (2019): Telekom, Telefónica und Vodafone bauen gemeinsam 6000 Mobilfunkstandorte auf, in: handelsblatt.de, 11. November 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/mobilfunkbetreiber-telekom-telefonica-und-vodafone-bauen-gemeinsam-6000-mobilfunkstandorte-auf/25213892.html>
- Schwarz-Schilling, C. (2020): Corona als Azelerator der Digitalisierung, in: WIK-Newsletter Nr. 118.
- Scottish Government (2019): R100 progress, 10. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.gov.scot/news/r100-progress/>
- Segan, S. (2019): Trump's FCC Is Auctioning the Wrong 5G Spectrum, 15. April 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.pcmag.com/news/367777/trumps-fcc-is-auctioning-the-wrong-5g-spectrum>
- Shepardson, D. (2019): FCC votes 3-2 to auction key 2.5 GHz spectrum band for 5G, 10. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.reuters.com/article/us-usa-wireless/fcc-votes-3-2-to-auction-key-25-ghz-spectrum-band-for-5g-idUSKCN1U522C>

- Shin, D.-H. (2014): A comparative analysis of net neutrality: Insights gained by juxtaposing the U.S. and Korea, in: Telecommunications Policy 38, Issue 11, December 2014, elektronisch verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308596114001360>
- Smith, R. et al (2013): The Impact of Intra-Platform Competition on Broadband Prices and Speeds, erschienen in: Journal of Information Policy, Volume 3, 601-618
- Speedcheck (2019): Mobilfunk Report 2019 – Deutschland, EU und USA.
- Speedtest (2019): Germany, elektronisch verfügbar unter: <https://www.speedtest.net/global-index/germany#mobile>
- Statista (2019): Fiber broadband coverage in the United States by provider in 2019, 16. August 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/270581/us-fiber-broadband-coverage-by-provider/>
- Statista (2019): Market share held by mobile operators in the United Kingdom (UK) 2018, by subscriber, 03. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/375986/market-share-held-by-mobile-phone-operators-united-kingdom-uk/>
- Statista (2019): Mobile telephony market share in Spain as of December 2018, by telecommunications provider, 09. August 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/745319/mobile-phone-provider-market-share-in-spain/>
- Statista (2019): Number of subscribers to wireless carriers in the U.S. from 1st quarter 2013 to 3rd quarter 2018, by carrier (in millions), 13. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/283507/subscribers-to-top-wireless-carriers-in-the-us/>
- Statt, N. (2019): Verizon will launch 5G home internet service starting October 1st, 11. September 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.theverge.com/2018/9/11/17847640/verizon-5g-first-home-broadband-internet-service-installations-october-1>
- Telekom (2019): Telekom ist startklar für 5G in Deutschland, 03. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/telekom-ist-startklar-fuer-5g-in-deutschland-575972>
- Tenbrock, S.; Strube Martins, S.; Wernick, C.; Queder, F.; Henseler-Unger, I. (2018): Co-Invest Modelle zum Aufbau von neuen FTTB/H-Netzinfrastrukturen, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 430, Bad Honnef, August 2018
- Tenbrock, S.; Knips, J.; Wernick, C. (2020): Status quo der Abschaltung der Kupfernetze in der EU, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 459, Bad Honnef, März 2020.
- The Fletcher School at Tufts University (2017): Digital Planet 2017, elektronisch verfügbar unter: <http://sites.tufts.edu/digitalplanet/dei17/>
- The World Bank (2010): Broadband Policy in Korea, By: Wonki Min, June 30, 2010, elektronisch verfügbar unter: <http://siteresources.worldbank.org/BELARUSEXTN/Resources/1.77koreabb.pdf>
- Tomás, J. P. (2019): China has 63 % of all cellular IoT connections, claims study, 14. Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://enterpriseiotinsights.com/20190514/internet-of-things/china-ends-2018-63-global-cellular-iot-connections-study>
- Tomás, J. P. (2019): UK regulator confirms new 5G spectrum auction in 2020, in: RCR Wireless News, 28. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.rcrwireless.com/20191028/5g/uk-regulator-confirms-new-5g-spectrum-auction-2020>
- Trostle, H.; Mitchell, C. (2018): Profiles of Monopoly: Big Cable and Telecom, Juli 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://ilsr.org/wp-content/uploads/2018/07/profiles-of-monopoly-2018.pdf>
- tutela (2018): How MVNOs compare to Verizon, AT&T, T-Mobile, and Sprint, elektronisch verfügbar unter: <https://www.tutela.com/blog/best-mvno-us-2018-consumer-cellular-xfinity-mobile-cricket>
- umlaut und WIK-Consult (2019): Abschlussbericht zur Versorgungs- und Kostenstudie Mobilfunk, 14. November 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/versorgungs-und-kostenstudie-mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile
- Universal Service Administrative Co. (2019): 2018 Annual Report, elektronisch verfügbar unter: <https://www.usac.org/res/documents/about/pdf/annual-reports/usac-annual-report-2018.pdf>
- VATM (2019): 21. TK-Marktanalyse Deutschland 2019, Köln, 09. Oktober 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2019/10/VATM_TK-Marktstudie_2019_091019.pdf
- Vereinigung der bayrischen Wirtschaft (VBW) (2019): Breitbandbedarf der bayerischen Unternehmen 2019 – leitungsgebunden und mobil, Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2019/Downloads/190725-vbw-Studie-Breitbandbedarf-final.pdf>
- Verizon (2019): 2018 Annual Report, 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.verizon.com/about/sites/default/files/2018-Verizon-Annual-Report.pdf>
- Verkasalo, H. (2016): Why China Beats The U.S. In Mobile Usage (And Other Data Points Revealed At GMIC Beijing), 29. April 2016, elektronisch verfügbar unter:

- <https://www.vertoanalytics.com/why-china-beats-the-u-s-in-mobile-usage-and-other-data-points-revealed-at-gmic-beijing/>
- Vodafone (2019): Das erste 5G-Handy-Netz ist da: Ab morgen auf Smartphones, 16. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.vodafone.de/newsroom/netz/5g-start-vodafone-startet-5g-in-deutschland/>
- Vodafone (2019): Geplante Unitymedia-Übernahme: Maßnahmenvorschlag an EU-Kommission kann Wettbewerb auf neue Stufe heben, 07. Mai 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.vodafone.de/newsroom/unternehmen/geplante-unitymedia-uebernahme-massnahmenvorschlag-an-eu-kommission-kann-wettbewerb-auf-neue-stufe-heben/>
- Vodafone Institut (2019): The Tech Divide, Die unterschiedliche Wahrnehmung der Digitalisierung in Europa, Asien und den USA, Februar 2019, elektronisch verfügbar unter: https://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2019/02/Politik_Tech_Divide_VFI.pdf
- Wagner, G. von (2018): Oberirdische Glasfaserleitungen noch schneller zum Kunden, in: blog.telekom, 04. September 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/glasfaser-holzmasten-anschlussbox-538154>
- Warrington, J. (2019): Boris Johnson set to unveil £5bn full-fibre broadband boost, in: City A.M., 29. September 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.cityam.com/boris-johnson-set-to-unveil-5bn-full-fibre-broadband-boost/>
- Warrington, J. (2019): Vodafone and O2 eye sale of phone mast joint venture CTIL to speed up UK's 5G rollout, in: City A.M., 23. Januar 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.cityam.com/vodafone-and-o2-eye-sale-phone-mast-joint-venture-ctil-amid/>
- Webb, W. (2018): Can operators offer Fixed Wireless Access without degrading mobile performance? Dezember 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.tutela.com/blog/can-operators-offer-fixed-wireless-access-without-degrading-mobile-performance>
- Weidner, M. (2019): Vodafone öffnet LTE-Netz für Provider und Discounter, in: teltarif.de, 16. April 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.teltarif.de/vodafone-lte-discounter/news/76333.html>
- Welch, C. (2019): Dish reportedly reaches deal with T-Mobile and Sprint to become the new fourth major US carrier, 24. Juli 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.theverge.com/2019/7/24/20708411/dish-tmobile-sprint-carrer-merger-assets-spectrum-boost>
- Welt.de (2018): Deutsches Netz schlechter als das in Albanien, 27. Dezember 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.welt.de/politik/deutschland/article186160422/Mobilfunk-Studie-Deutsches-Netz-schlechter-als-das-in-Albanien.html>
- Wernick, C. (2007): Strategic Investment Decisions in Regulated Markets: The Relationship Between Infrastructure Investments and Regulation in European Broadband, Wiesbaden, 2007.
- Wernick, C., Bender C. (2017): The Role of Municipalities for Broadband Deployment in Rural Areas in Germany: An Economic Perspective, in: DigiWorld Economic Journal No. 105 - Connected Cars & Future of the Mobile Ecosystem, 1st quarter 2017
- Wernick, C.; Henseler-Unger, I. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, WIK-Consult Studie für den BREKO, Bad Honnef, Mai 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf
- Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C. (2017): Ansätze zur Glasfaser-Erschließung unterversorgter Gebiete, WIK-Consult Studie für den DIHK, Bad Honnef, August 2017, elektronisch verfügbar unter: https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/2017_DIHK_Studie.pdf
- Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C.; Gries, C. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland. Elektronisch verfügbar unter: https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf
- Wernick, C.; Tenbrock, S.; Gries, C.; Henseler-Unger, I.; Plückebaum, T. (2018): Tiefbaukapazitäten als Engpass für den FTTB/H-Ausbau? Empfehlungen zur Effizienzsteigerung und Kostensenkung für den Markt und die öffentliche Hand. Studie von WIK-Consult für den BREKO Bundesverband Breitbandkommunikation e.V. Elektronisch verfügbar unter: <https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2018/WIK-Tiefbaustudie.pdf>
- Wireless Estimator (2019): T-Mobile cancels 5G upgrades and new builds nationwide, possibly crippling some contractors, 28. August 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://wirelessestimator.com/articles/2019/t-mobile-cancels-5g-upgrades-and-new-builds-nationwide-possibly-crippling-some-contractors/>
- Wirtschaftswoche Online (2019): T-Mobiles Kampfansage an die Konkurrenz, 03. Dezember 2019, elektronisch verfügbar unter: <https://www.wiwo.de/unternehmen/it/5g-netz-fuer-die-ganze-usa-t-mobiles-kampfansage-an-die-konkurrenz/25295514.html>
- World Economic Forum (2018): The Global Competitiveness Report 2018, elektronisch verfügbar unter: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf>

- Yeon, K.-H. et al. (2019): Provision of 5G Cellular Services: Case of Korea and Policy Issues, ITS Europe, June 2019
- Yun, K.; Lee, H.; Lim, S.-H. (2002): The Growth of Broadband Internet Connections in South Korea: Contributing Factors, September 2002, elektronisch verfügbar unter:
<https://fsi.fsi.stanford.edu/sites/default/files/Yun.pdf>