

Rahmenbedingungen für die Gigabitwelt 2025+ (RaGiga)

Autoren:
Dr. Christian Wernick
Prof. Dr. Thomas Fetzer
Dr. Christin Gries
Dr. Sebastian Tenbrock
Fabian Queder
Dr. Iris Henseler-Unger
Dr. Sonia Strube Martins

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur
und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, Mai 2018

Gefördert durch:



Impressum

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

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführer und Direktor	Dr. Iris Henseler-Unger
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Winfried Ulmen
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Einordnung des Forschungsvorhabens in die aktuelle politische und wissenschaftliche Debatte	3
2.1 Ziel der Studie	5
2.2 Methodische Vorgehensweise	6
3 Gesamtwirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz der digitalen Transformation	9
4 Megatrends bei Dienstangebot und Nachfrage	17
4.1 Megatrends	17
4.1.1 Virtual Reality/Immersive Media und Augmented Reality	18
4.1.2 Taktils Internet	19
4.1.3 Cloud Dienste	19
4.1.4 Intelligente Netzfunktionen	20
4.1.5 Künstliche Intelligenz	21
4.2 Dienstangebot und Nachfrage	21
4.3 Kriterien für die Adoption digitaler Dienste in einer Gigabitwelt	26
5 Übertragungsnetzseitige Anforderungen und Charakteristika	32
5.1 Feste Übertragungstechnologien	32
5.1.1 Glasfaserbasierte Übertragungstechnologien	33
5.1.2 Kabelbasierte Übertragungstechnologien	34
5.1.3 Zusammenfassung	34
5.2 Funkgestützte Übertragungstechnologien	35
5.3 Öffentliche Netze, Spezialnetze und private Anschlussnetze	39
5.4 Netzabdeckung und Leistungsfähigkeit	40
6 Das Ökosystem der Gigabitwelt der Jahre 2025+	44
6.1 Einflussfaktoren für die Entwicklung der Gigabitwelt	44
6.2 Ökosystem der Gigabitwelt und zentrale Annahmen	47
6.3 Sachliche und regionale Marktabgrenzung im Kontext der Szenariobildung	51
7 Szenarien der Gigabitwelt 2025+	53
7.1 Szenario 1: Digitale Transformation mit ausgeprägtem Infrastruktur- und Dienstewettbewerb	55

7.2	Szenario 2: Digitale Transformation mit ausgeprägtem Dienstewettbewerb	57
7.3	Szenario 3: Digitale Transformation mit starken Konzentrationstendenzen	59
7.4	Szenario 4: Verfehlte digitale Transformation	62
7.5	Zukünftige Relevanz der Szenarien	63
8	Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt	65
8.1	Szenarienunabhängige Notwendigkeit für einen neuen Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt 2025+	65
8.2	Szenarienunabhängige Anforderungen an einen Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt 2025+	69
8.2.1	Abbau nicht erforderlicher Regulierung	69
8.2.2	Reduktion der Regulierungskomplexität und Erhöhung der Regulierungsgeschwindigkeit	70
8.3	Regulierungsrechtliche Eckpunkte für die Einzelszenarien	71
8.4	Szenario 1: Digitale Transformation mit ausgeprägtem Infrastrukturwettbewerb	72
8.4.1	Paradigmenwechsel von der sektorspezifischen ex-ante-Regulierung zur ex-post-Kontrolle	73
8.4.2	Mögliche Gegenstände einer sektorspezifischen ex-post-Kontrolle	74
8.4.3	Bedeutung des allgemeinen Wettbewerbsrechts	76
8.4.4	Monitoring	76
8.4.5	Sonstiger wettbewerbsbezogener Regelungsbedarf	77
8.4.6	Zusammenfassung	77
8.5	Szenario 2: Digitale Transformation ohne ausgeprägten Infrastrukturwettbewerb	78
8.5.1	Ex-post-Kontrolle mit eingeschränkter ex-ante-Regulierungsbefugnis	78
8.5.2	Mögliche ex-ante-Regulierungsbefugnisse	79
8.5.3	Bedeutung des allgemeinen Wettbewerbsrechts	82
8.5.4	Monitoring	82
8.5.5	Sonstiger wettbewerbsbezogener Regelungsbedarf	82
8.5.6	Zusammenfassung	83
8.6	Szenario 3: Digitale Transformation ohne ausgeprägten infrastrukturbasierten Wettbewerb und Konzentration im Dienstemarkt	84
8.6.1	Eingeschränkte ex-ante-Regulierung der Infrastruktur	84
8.6.2	Mögliche ex-ante-Regulierungsbefugnisse	84
8.6.3	Bedeutung des allgemeinen Wettbewerbsrechts	85
8.6.4	Monitoring	86

8.6.5	Sonstiger wettbewerbsbezogener Regelungsbedarf	86
8.6.6	Zusammenfassung	86
8.7	Szenario 4: Verfehlte digitale Transformation	87
8.8	Zusammenfassung	88
9	Nicht-wettbewerbliche Rahmenbedingungen für die Gigabitwelt	91
9.1	Versorgungsqualität	92
9.2	Netzneutralität	93
9.3	Datensicherheit und Datenintegrität	93
9.4	Verbraucherschutz	95
9.5	Zusammenfassung	96
10	Internationale Fallstudien	97
10.1	Japan	97
10.1.1	Status quo	97
10.1.2	Staatliche Programme	98
10.1.3	Wettbewerb	99
10.1.4	Regulierung	100
10.1.5	Fazit	101
10.2	Südkorea	102
10.2.1	Status quo	102
10.2.2	Politische Ziele und Maßnahmen	105
10.2.3	Nachfrageseitige Förderung und Regulierung	106
10.2.4	Fazit	108
10.3	Singapur	108
10.3.1	Status quo	108
10.3.2	Politische Ziele und Maßnahmen	109
10.3.3	Anbieter und Wettbewerb	113
10.3.4	Regulierung	117
10.3.5	Fazit	119
10.4	Zusammenfassung	120
11	Resümee	121
	Literaturverzeichnis	124

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Einordnung und Zielsetzung	5
Abbildung 2-2:	Struktur der Studie	6
Abbildung 2-3:	Zentrale Elemente des digitalen Wertschöpfungssystems	7
Abbildung 3-1:	Digitale Technologien und Anwendungen in der Wertschöpfungskette	9
Abbildung 3-2:	Diffusion von Technologien in den drei Wellen der Digitalisierung	13
Abbildung 3-3:	Bandbreitennachfrage von Privathaushalten in 2025*	15
Abbildung 5-1:	Technische Funktionalitäten von 5G Infrastrukturen	38
Abbildung 5-2:	50 Mbit/s Verfügbarkeit nach Besiedelungsstruktur und Technologie (Stand Ende 2016)	41
Abbildung 5-3:	Gesamtkosten pro Kunde und Monat in Abhängigkeit von der Penetration beim FTTH/P2P-Ausbau	42
Abbildung 6-1:	Ökosystem der Gigabitwelt 2025+	47
Abbildung 6-2:	Dimensionen des Szenarienraums für die Gigabitwelt 2025+	50
Abbildung 7-1:	Mögliche Szenarien in der Gigabitwelt 2025+	54
Abbildung 10-1:	Breitband Marktanteile in Südkorea (Dezember 2015)	104
Abbildung 10-2:	Breitbandkunden in Südkorea nach Anschlusstechnologie	105
Abbildung 10-3:	Breitbandziele der südkoreanischen Regierung und IKT-Nutzung	106
Abbildung 10-4:	Breitband Übertragungsgeschwindigkeiten in Singapur	109
Abbildung 10-5:	Singapur: Masterplan „Intelligent Nation 2015“ (iN2015)	111
Abbildung 10-6:	Singapur: ICM Industry Transformation Map	112
Abbildung 10-7:	Singapur: Anbieterstruktur im Bereich des Glasfasernetzes (NGNBN)	114
Abbildung 10-8:	Singapur: Regulierung von NetCo und OpCo	118

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Beitrag der Digitalisierung zum Wachstum der Bruttowertschöpfung	12
Tabelle 4-1:	Smart Services und Anwendungen für verschiedene Nachfragergruppen	22
Tabelle 4-2:	Klassifizierung der Leistungsparameter in Qualitätsklassen von 1 (niedrig) bis 6 (hoch)	28
Tabelle 4-3:	Kumulierte Anforderungen an funktionale Netzparameter	29
Tabelle 7-1:	Szenario 1 – Digitale Transformation mit ausgeprägtem Infrastruktur- und Dienstewettbewerb	57
Tabelle 7-2:	Szenario 2 – Digitale Transformation mit ausgeprägtem Dienstewettbewerb	58
Tabelle 7-3:	Szenario 3 – Digitale Transformation mit starken Konzentrationstendenzen	61
Tabelle 7-4:	Szenario 4 – Verfehlte digitale Transformation	62
Tabelle 8-1:	Eingriffsintensität	89
Tabelle 10-1:	IKT-Kennzahlen Südkorea (2017)	103
Tabelle 10-2:	Wholesale-Preise von NetLink (Mai 2017)	119

1 Einleitung

Im Koalitionsvertrag vom 14.03.2018 hat sich die Bundesregierung zu einem Ausbau flächendeckender Gigabitnetze bis zum Jahr 2025 committed.¹ Ab dem 1. Januar 2025 soll für jeden Bürger ein rechtlich abgesicherter Anspruch auf Zugang zu schnellem Internet bestehen. Mit dieser ambitionierten Zielsetzung trägt die Bundesregierung der Relevanz der fortschreitenden Digitalisierung und den mit ihr verbundenen Entwicklungen wie dem Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) und der Intelligenten Vernetzung Rechnung.

Der Telekommunikationsbranche kommt in diesem Prozess eine wichtige Rolle als Enabler zu. Gleichzeitig ist ein weitreichender Paradigmenwechsel zu erwarten, in dessen Kontext Telekommunikationsanbieter Teil eines viel umfassenderen Ökosystems werden. Das Ergebnis hiervon werden tiefgreifende Transformationsprozesse, vielleicht sogar Disruptionen, sicherlich jedoch völlig neue Wertschöpfungscluster sein, die das wirtschaftliche und soziale Leben weitreichend verändern werden.

Die Zielsetzung der vorliegenden Studie ist es, auf Basis des heutigen Wissensstands relevante ökonomische Charakteristika der Angebots- und Nachfrageseite einer solchen Gigabitwelt 2025+ herauszuarbeiten und zu identifizieren, welche Anforderungen sich hieraus für die wettbewerblichen und nicht-wettbewerblichen Rahmenbedingungen ergeben. Unter Gigabitwelt 2025+ ist dabei kein konkreter Zeitpunkt zu verstehen, sondern der Zustand eines infrastrukturellen „Steady State“ mit einer (oder mehreren) flächendeckenden Gigabitinfrastruktur(en).

Wesentliche Prämisse unseres Gutachtens ist, dass diese Infrastrukturen den Konnektivitätsanforderungen der darüber laufenden Anwendungen genügen werden. Vor diesem Hintergrund ergibt sich im Vergleich zur heutigen Diskussion, beispielsweise im Rahmen der Überarbeitung des europäischen Rechtsrahmens für die elektronische Kommunikation (im Folgenden Code Recast),² eine deutliche Verschiebung, da die Schaffung von Investitionsanreizen für den Ausbau neuer Netze an Relevanz verliert. Mit Blick auf die aktuellen Debatten in der Fachöffentlichkeit bewegen wir uns damit weniger im Kontext des aktuellen Code Recast, sondern in dem der nächsten oder übernächsten Überarbeitung des Rechtsrahmens.

Gleichwohl handelt es sich hierbei nicht um ein Gedankenexperiment im Sinne einer „L'art pour l'art“, sondern um die Verbreiterung des Betrachtungshorizonts zur Identifi-

1 Vgl. CDU; CSU; SPD (2018): Ein neuer Aufbruch für Europa, Eine neue Dynamik für Deutschland, Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Berlin, 7. Februar 2018, elektronisch verfügbar unter:

https://www.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1.

2 Vgl. European Commission (2016): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the European Electronic Communications Code (Recast), COM(2016) 590 final/2, Brussels, 12.10.2016, CORRIGENDUM of document COM(2016) 590 final of 14.09.16, elektronisch verfügbar unter:

http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c5ee8d55-7a56-11e6-b076-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_3&format=PDF.

kation langfristiger strategischer Zielsetzungen. Gerade die im Bereich der Digitalisierung weltweit führenden asiatischen Länder, in denen die Transformation hin zur Gigabitwelt schon heute weit fortgeschritten ist, zeigen, wie wichtig der Blick über den Tellerrand und die Identifikation langfristiger strategischer Ziele sind.

Die vorliegende Studie ist wie folgt aufgebaut. Im Anschluss an diese einleitenden Bemerkungen wird in Kapitel 2 das Forschungsvorhaben methodisch und thematisch eingeordnet. In Kapitel 3 gehen wir auf die gesamtwirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz der digitalen Transformation ein. In Kapitel 4 werden wichtige Megatrends und ihre Implikationen auf Dienstangebot und Nachfrage vorgestellt und Kriterien für die Adoption digitaler Dienste erläutert. In Kapitel 5 gehen wir auf übertragungsnetzseitige Anforderungen an die zugrunde liegenden Infrastrukturen sowie die zu erwartende Infrastrukturlandschaft ein. In Kapitel 6 werden Einflussfaktoren für das Ökosystem der Gigabitwelt dargestellt. In Kapitel 7 werden Szenarien für die Gigabitwelt 2025+ entwickelt. Diese dienen als Basis für die Diskussion des Wettbewerbsrahmens in Kapitel 8. In Kapitel 9 wird auf nicht-wettbewerbliche Rahmenbedingungen und ihre Relevanz in der Gigabitwelt 2025+ eingegangen. In Kapitel 10 wird anhand internationaler Fallstudien untersucht, welche gemeinsamen Muster sich in den mit Blick auf die Digitalisierung weit entwickelten asiatischen Ländern Japan, Südkorea und Singapur identifizieren lassen. Die Studie schließt in Kapitel 11 mit einem Resümee.

2 Einordnung des Forschungsvorhabens in die aktuelle politische und wissenschaftliche Debatte

Im Rahmen der Erstellung des Grün-³ und des Weissbuchs „Digitale Plattformen“⁴ und der „Digitalen Strategie 2025“⁵ hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Leitlinien für den Weg in die Gigabitgesellschaft skizziert und wichtige Paradigmen festgelegt. In diesem Zusammenhang wurde auch eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Ordnungsrahmen für die digitale Wirtschaft angestoßen.⁶ Parallel hierzu hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit der Netzallianz eine Plattform geschaffen, in der Politik und Branche über die infrastrukturellen Voraussetzungen der Gigabitgesellschaft und über erforderliche Maßnahmen in Austausch treten.⁷ Im Koalitionsvertrag vom 14.03.2018 von CDU, CSU und SPD wurde schließlich das Ziel definiert, bis 2025 flächendeckende Gigabitnetze aufzubauen, und angekündigt, in der kommenden Legislaturperiode einen rechtlich abgesicherten Anspruch für alle Bürgerinnen und Bürger auf Zugang zu schnellem Internet zum 01.01.2025 zu schaffen.⁸

Es herrscht Einigkeit, dass in Deutschland in den nächsten Jahren ein großer Handlungsbedarf besteht, damit die infrastrukturellen Voraussetzungen für die Gigabitgesellschaft geschaffen werden. Verschiedene Studien haben herausgearbeitet, welche Anforderungen neuartige Anwendungen an die zugrunde liegenden Infrastrukturen stellen und wie sich die gewerbliche und private Nachfrage entwickeln werden.⁹

-
- 3 Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Grünbuch Digitale Plattformen, Stand Mai 2016, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/gruenbuch-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=20.
 - 4 Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Weissbuch Digitale Plattformen, Digitale Ordnungspolitik für Wachstum, Innovation, Wettbewerb und Teilhabe, Stand März 2017, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/weissbuch-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=22.
 - 5 Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Digitale Strategie 2015, Stand März 2016, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=16.
 - 6 Vgl. auch Fetzer, T. (2017): Telekommunikationsregulierung 4.0, Impulsstudie im Rahmen der Studienreihe Fachdialog Ordnungsrahmen für die digitale Wirtschaft im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, elektronisch verfügbar unter:
<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp18012.pdf>.
 - 7 Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017): Zukunftsoffensive Gigabit-Deutschland, Offensive der Netzallianz zum Ausbau gigabitfähiger konvergenter Netze bis 2025, Stand März 2017, elektronisch verfügbar unter:
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/netzallianz-digitales-deutschland.pdf?__blob=publicationFile.
 - 8 Vgl. CDU; CSU; SPD (2018): Ein neuer Aufbruch für Europa, Eine neue Dynamik für Deutschland, Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Berlin, 7. Februar 2018, elektronisch verfügbar unter:
https://www.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1.
 - 9 Vgl. Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2017): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK-Bericht, März 2017, elektronisch verfügbar unter:
http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Die_Privatkundennachfrage_nach_hochbitratigem_Breitba

Auf Basis dieser Arbeiten besteht ein relativ klares Bild über die Anforderungen an leistungsgebundene Übertragungsnetze und die damit verbundenen Ausbaurkosten.¹⁰ Ähnliches befindet sich für den neuen Mobilfunkstandard 5G aktuell in der Evaluierung.

Vor dem Hintergrund, dass als Voraussetzung für die Gigabitgesellschaft hohe Infrastrukturinvestitionen erforderlich sind, stehen Regulierung und Ordnungspolitik aktuell vor neuen Herausforderungen. Stand in der Vergangenheit die Frage im Fokus, wie Wettbewerb auf ehemals staatlich monopolisierten Märkten erreicht werden kann, rückt in der aktuell diskutierten Novellierung des Rechtsrahmes¹¹ die Konnektivität mit zukunftsfähigen Netzen, welche die Datenübertragung mit sehr hohen Bandbreiten unter Berücksichtigung hoher Qualitätsanforderungen ermöglichen, stärker in den Fokus.

Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass der Ausbau zukunftsfähiger glasfaserbasierter Netzinfrastrukturen in einigen Mitgliedsstaaten nur schleppend vorangeht, was leider auch für Deutschland gilt. In diesem Zusammenhang werden Maßnahmen diskutiert, die Anreize für Investitionen in neue Netzinfrastrukturen schaffen sollen, und es wird erörtert, welche Auswirkungen sich auf Wettbewerbsrecht und Regulierung ergeben, wenn sich mögliche Abhilfemaßnahmen nicht mehr (ausschließlich) auf die zu Monopolzeiten errichteten und weitgehend abgeschriebenen Anschlussnetze richten, sondern auf neu ausgebaute Infrastrukturen.¹²

[ndinternet_im_Jahr_2025_FINAL.pdf](#);

Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. M. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, WIK-Studie im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter:

https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf;

Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, elektronisch verfügbar unter:

https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf;

frontier economics (2017): Future Benefits Of Broadband Networks Master draft, 12 December, elektronisch verfügbar unter: <https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/Benefits-analysis.pdf>.

- 10 Vgl. Wernick, C. (2016): Ökonomie und Kostenstrukturen des Glasfaserausbau, WIK-Bericht, Bad Honnef, 02.03.2016, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_OEkonomie_Glasfaserausbau.pdf;

TÜV Rheinland (2016): Schnelles Internet in Deutschland bis 2018 – wie kann dieses Ziel erreicht werden?, elektronisch verfügbar unter: https://www.vdv-online.de/uploads/media/Geodaesiekongress_Praesentation_TUEV-Rheinland_final.pdf;

TÜV Rheinland (2013): Szenarien und Kosten für eine kosteneffiziente flächendeckende Versorgung der bislang noch nicht mit mindestens 50 Mbit/s versorgten Regionen, Zusammenfassung, Bericht des TÜV Rheinland im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/kostenstudie-zum-breitbandausbau.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

- 11 Vgl. European Commission (2016): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the European Electronic Communications Code (Recast), COM(2016) 590 final/2, Brussels, 12.10.2016, CORRIGENDUM of document COM(2016) 590 final of 14.09.16, elektronisch verfügbar unter:

http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c5ee8d55-7a56-11e6-b076-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_3&format=PDF.

- 12 Vgl. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. M. (2017): Gigabitnetze für Deutschland, WIK-Studie im Auftrag des BMWi, S. 5-9, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Gigabitnetze_Deutschland.pdf und

Briglaue, W.; Cambini, C. (2017): The Role of Regulation in Incentivizing Investment, Study carried out on behalf of Deutsche Telekom, 25. April 2017, elektronisch verfügbar unter:

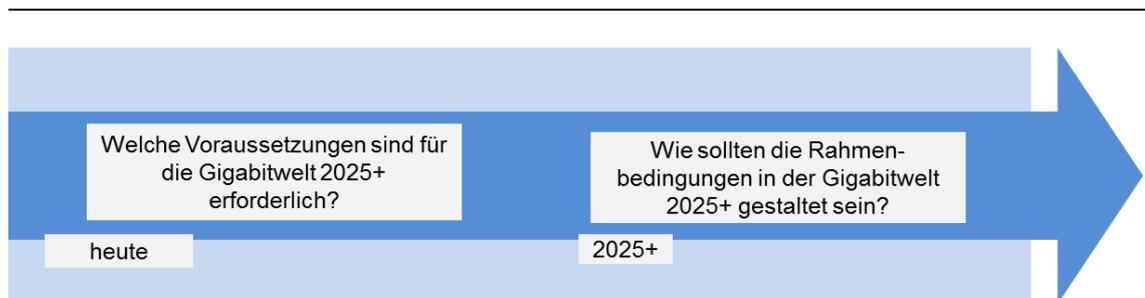
<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/BriglaueCambiniDeutscheTelekomApril2017.pdf>.

2.1 Ziel der Studie

Unser Forschungsvorhaben richtet den Blick jedoch **nicht** auf diese aktuelle Debatte, sondern weist nach vorne in eine Marktphase, in der die für eine Gigabitgesellschaft erforderlichen Infrastrukturen aufgebaut worden sind. Sie hat das Ziel, zu untersuchen, welche Fragestellungen in diesem Kontext aus wettbewerblicher und nicht-wettbewerblicher Sicht von Relevanz sein werden sowie welche Instrumente aus dem Wettbewerbsrecht und der Regulierung eingesetzt werden können.

Gleichzeitig wird zu diskutieren sein, welche neuen Anforderungen sich für Wettbewerbspolitik und Regulierung in Anbetracht neuer Technologien, Anbieter und Geschäftsmodelle sowie einer sektorübergreifenden Dynamisierung von Wettbewerbs- und Marktstrukturen möglicherweise ergeben (vgl. Abbildung 2-1).

Abbildung 2-1: Einordnung und Zielsetzung



Quelle: WIK.

Es ist zu untersuchen, ob das erwartete Ausscheren der TK-Branche aus der kontinuierlichen Entwicklung der Vergangenheit auch zu einem anderen, möglicherweise deutlich veränderten Ordnungsrahmen unter einem anderen Paradigma führen sollte. Die Studie ist damit notwendige Ergänzung und Input für ein Gesamtkonzept des Internet of Things.

Der Ordnungsrahmen der Telekommunikation sollte dabei so gestaltet sein, dass dieser einerseits die Voraussetzungen dafür schafft, dass Deutschland als Volkswirtschaft den Nutzen der Digitalisierung möglichst vollumfänglich ausschöpfen kann und andererseits mögliche neue, mit einer zunehmenden Digitalisierung der Lebenswelt einhergehende Frage- und Problemstellungen abdeckt.

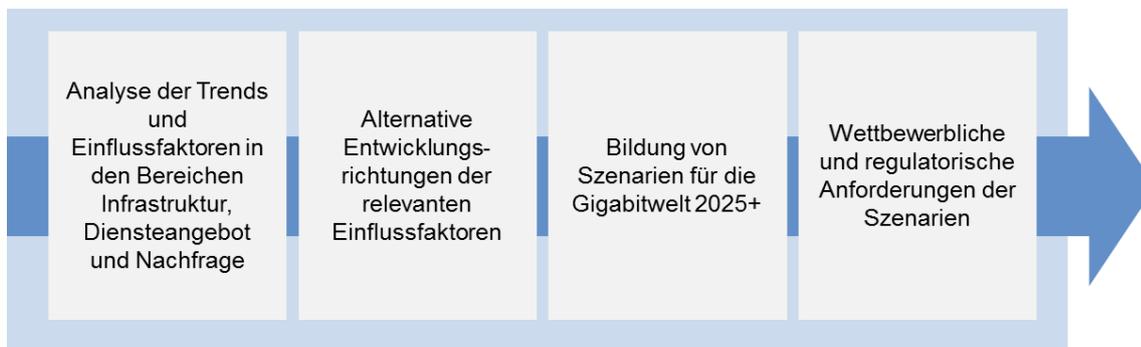
Die oben beschriebene Zielsetzung des Forschungsvorhabens ist es also, zu untersuchen, welche (neuen) Anforderungen an den wettbewerbs- und ordnungspolitischen Rahmen für Kommunikationsinfrastrukturen in einer Gigabitnetzwelt zu erwarten sind und wie der Ordnungsrahmen für Kommunikation, insbesondere im Bereich von Wettbewerbspolitik und Regulierung, aussehen sollte.

2.2 Methodische Vorgehensweise

Aufgrund des langen Betrachtungszeitraums bestehen hohe Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung und es lässt sich keine eindeutige Prognose für die Gigabitwelt 2025+ erarbeiten. Zudem ist es nicht möglich, die zukünftige Marktentwicklung basierend auf Vergangenheitserfahrungen zu extrapolieren, da keine konstanten Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen den Einflussfaktoren auf die Gigabitwelt bestehen und möglicherweise auch mit stärkeren Umbrüchen gerechnet werden muss. Gerade im Zusammenhang mit der fortschreitenden Digitalisierung sind disruptive Prozesse vor allem bei den Geschäftsprozessen vorstellbar.

Diese Gegebenheiten legen es nahe, alternative Zukunftsentwürfe (Szenarien) der Gigabitwelt 2025+ in den Blick zu nehmen. Daher werden in der vorliegenden Studie basierend auf grundlegenden Annahmen alternative Entwicklungsrichtungen in relevanten Einflussbereichen untersucht, um im Ergebnis verschiedene denkbare Marktszenarien mit möglichst trennscharfen Abgrenzungen zu erarbeiten. Als wesentliche Ausprägungsformen fokussieren wir hierbei auf die Dimensionen Infrastruktur, Angebot und Nachfrage. Dies unterscheidet sich insoweit von den heutigen Telekommunikationsmärkten, als Infrastruktur und Angebot in einer Gigabitwelt nicht mehr zwangsläufig gleichzusetzen sind, sondern sich in unterschiedlichem Umfang voneinander entkoppeln können.

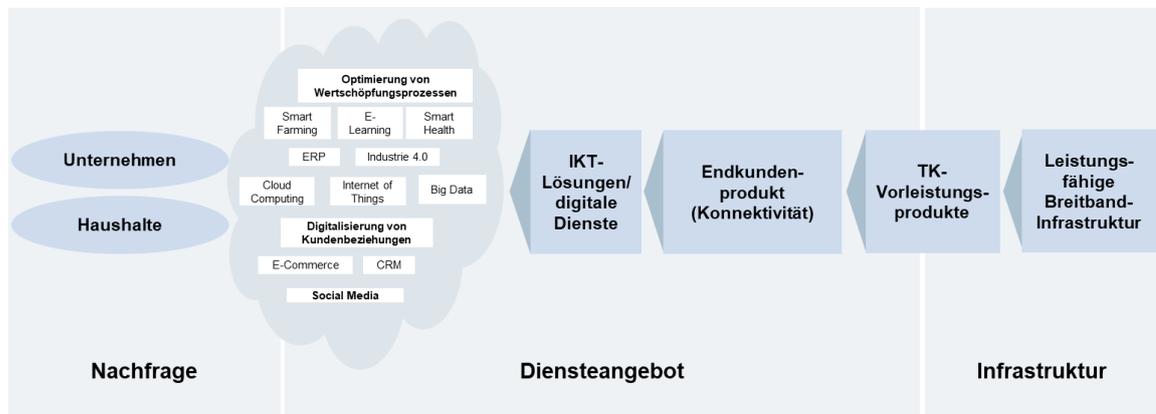
Abbildung 2-2: Struktur der Studie



Quelle: WIK.

Die Infrastruktur fungiert in der Gigabitwelt als Teil eines breit angelegten digitalen Wertschöpfungssystems (siehe Abbildung 2-3). Dabei befinden sich TK-Vorleistungsprodukte an der Schnittstelle zwischen Infrastruktur- und Dienstangebot.

Abbildung 2-3: Zentrale Elemente des digitalen Wertschöpfungssystems



Quelle: WIK.

Je nach Ausgestaltung des Netzzugangs und der Übergabepunkte sind TK-Vorleistungsprodukte, d. h. der Zugang zu den Infrastrukturen Dritter als Input für das Angebot eigener Dienste, eher dem Infrastrukturbereich (entbündelter oder passiver Zugang auf regionaler Ebene) oder dem Dienstangebot (zentraler Zugang) zuzuordnen. Das Dienstangebot, welches auf eigenen und extern bezogenen Vorleistungskomponenten aufsetzt, umfasst ein breites Angebotsspektrum, das Endkundenprodukte zur Konnektivität ebenso wie komplexe IT-Lösungen und digitale Dienste beinhaltet, die schließlich in unterschiedlichen Anwendungsfeldern eingesetzt werden.

Auf der Nachfrageseite stehen schließlich private Haushalte und Unternehmen, wobei letztere die zur Verfügung stehenden Anwendungen teilweise zur Entwicklung eigener Geschäftsmodelle nutzen. Auch private Nachfrager generieren zunehmend eigenen Content, der Eingang in die Dienstewelt findet (z. B. über Social Media Plattformen wie YouTube, Facebook, Twitter, Instagram).

Innerhalb dieses digitalen Wertschöpfungssystems sind für die relevanten Einflussbereiche Infrastruktur, Dienstangebot und Nachfrage alternative Entwicklungsrichtungen denkbar. Ebenso können auch die Rahmenbedingungen der Gigabitwelt (exogene Faktoren) verschieden ausgeprägt sein.

Die in der vorliegenden Studie erarbeiteten Szenarien sollen ein fundiertes Verständnis der Konsequenzen potenzieller Entwicklungsrichtungen schaffen. Sie bilden die Grundlage für die Ableitung des Handlungsbedarfs im Bereich der wettbewerblichen Rahmenbedingungen nach dem Jahr 2025+.

Dabei liegt der Fokus der Studie auf dem Status quo der Gigabitwelt der Jahre 2025+ und damit auf einem Zustand, den der Ökonom gemeinhin als „Steady State“ beschreibt. Der Weg dorthin ist nicht Gegenstand der Studie. Das bedeutet, dass für die

Definition von Wettbewerbspolitik und Regulierung zunächst exogene Variablen dargestellt werden. Diese rücken jedoch in den späteren Kapiteln in den Fokus, wenn es um die Frage geht, welche Herausforderungen in den verschiedenen Szenarien in wettbewerblicher und nicht-wettbewerblicher Hinsicht auftreten können sowie insbesondere, wie mit diesen sinnvollerweise umgegangen werden kann.

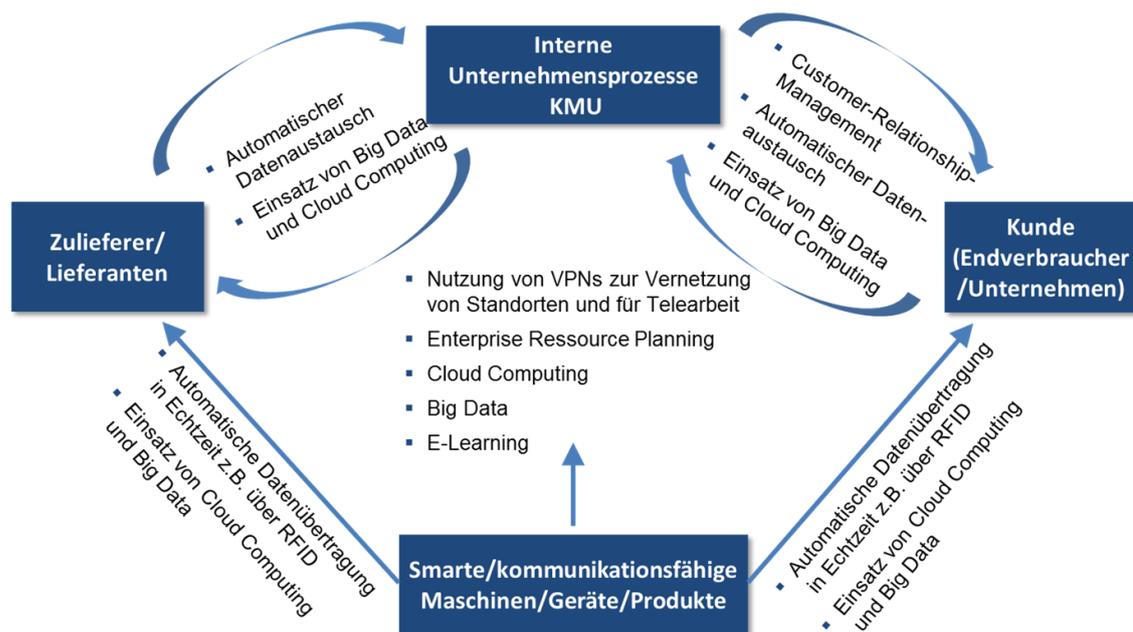
Da die verschiedenen Szenarien mit Blick auf den Stand der digitalen Transformation, aber auch hinsichtlich der Wettbewerbsintensität und Angebotsvielfalt, unterschiedlich stark ausgeprägt sind, beschäftigen wir uns auch mit der Frage, wie wettbewerbspolitische und regulatorische Maßnahmen einen Beitrag zur Steigerung von Wettbewerb und Angebotsvielfalt leisten und damit die digitale Transformation unterstützen können.

3 Gesamtwirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz der digitalen Transformation

Die Relevanz der Digitalisierung für die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und die gesellschaftliche Entwicklung ist unbestritten. Für den Standort Deutschland birgt sie weitreichende Potenziale, sie stellt diesen aber zugleich auch vor Herausforderungen, welche für ein Bestehen im internationalen Wettbewerb zu bewältigen sind.¹³

Die Geschäftsmodelle von Unternehmen werden sich durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in unternehmensinternen Kernprozessen sowie in Lieferanten- und Kundenbeziehungen grundlegend verändern.¹⁴ Dabei bietet ein breites Spektrum an (intelligenten) Diensten und Anwendungen hohe Potenziale für Kosteneinsparungen durch Effizienzsteigerungen und die Erschließung neuer Umsatzquellen im Sinne einer digitalen Transformation.

Abbildung 3-1: Digitale Technologien und Anwendungen in der Wertschöpfungskette



Quelle: WIK.¹⁵

¹³ Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2016): Bedingt abwehrbereit: Deutschland im digitalen Wandel, Arbeitspapier 03/2016, Juli 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/download/publikationen/arbeitspapier_03_2016.pdf.

¹⁴ Vgl. hierzu auch Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Monitoring Report Wirtschaft Digital 2017, Juni 2017, S. 9, elektronisch verfügbar unter: <https://www.tns-infratest.com/wissensforum/studien/pdf/bmwi/monitoring-report-wirtschaft-digital-2017-kompakt.pdf>.

¹⁵ Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie

Bestehende Wertschöpfungsketten werden durch den konsequenten Einsatz von Big Data, Vernetzung, Automatisierung und digitalen Kundenschnittstellen aufgebrochen. So ist ein radikaler Strukturwandel zu erwarten, der große Chancen und Herausforderungen z. B. im Arbeitsmarkt mit sich bringt.¹⁶ Experten bezeichnen die Digitalisierung aufgrund ihres hohen disruptiven Potenzials für das verarbeitende Gewerbe („Industrie 4.0“) gar als einen Auslöser für die vierte industrielle Revolution.¹⁷

Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist dabei insbesondere die Nutzung der Digitalisierungspotenziale in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) von Bedeutung, da sie die tragende Säule des Wirtschaftsstandorts Deutschland bilden.¹⁸ 99,6% aller Unternehmen können als KMU bezeichnet werden und leisten einen hohen Beitrag zu Beschäftigung und Ausbildung in Deutschland.¹⁹ KMU spielen darüber hinaus auch eine wichtige Rolle als Anbieter in der IKT-Branche,²⁰ die zunehmend an gesamtwirtschaftlicher Bedeutung gewinnt: Im Jahr 2014 generierten insgesamt 98.000 Unternehmen mit etwa 1,1 Mio. erwerbstätigen Personen Umsätze in Höhe von 314,3 Mrd. Euro (ohne Umsatzsteuer), die gegenüber dem Vorjahr um 5,2% gestiegen waren.²¹

Die Grundlage für die Entwicklung von TK-Diensten und für die Digitalisierung bilden die Verfügbarkeit und Nutzung einer leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur, deren Bedeutung für die Gesamtwirtschaft bereits in zahlreichen nationalen und internationalen

im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

- 16** Vgl. z. B. Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI)/Roland Berger (2015): Die digitale Transformation der Industrie, S. 41, elektronisch verfügbar unter:

https://bdi.eu/media/user_upload/Digitale_Transformation.pdf.

- 17** Vgl. z. B. Haucap, J. (2015): Ordnungspolitik und Kartellrecht im Zeitalter der Digitalisierung, DICE Ordnungspolitische Perspektiven, No. 77, Oktober 2015, S. 1, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/120936/1/836720210.pdf>;

Studien von Kagermann, H.; Lukas, W.-D.; Wahlster, W. (2011); Scheer, A.W. (2013); Spath, D. (2013), zitiert in: Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2016): Bedingt abwehrbereit: Deutschland im digitalen Wandel, Arbeitspapier 03/2016, Juli 2016, S. 2, elektronisch verfügbar unter: https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/download/publikationen/arbeitspapier_03_2016.pdf.

- 18** Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Monitoring Report Wirtschaft Digital 2017, Juni 2017, S. 5, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.tns-infratest.com/wissensforum/studien/pdf/bmw/monitoring-report-wirtschaft-digital-2017-kompakt.pdf>;

Schröder, C.; Schlepphorst, S.; Kay, R. (2015): Bedeutung der Digitalisierung im Mittelstand, IfM Bonn: IfM Materialien Nr. 244, elektronisch verfügbar unter:

https://www.ifm-bonn.org/uploads/tx_ifmstudies/IfM-Materialien-244_2015_01.pdf.

- 19** Ende 2015 waren 58,6% der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in KMU angestellt. Insgesamt erwirtschafteten KMU im Jahr 2015 35% der Umsätze in Deutschland und kamen für 54,9% der Nettowertschöpfung in Unternehmen auf, vgl. Berechnungen des IfM Bonn basierend auf Angaben des Statistischen Bundesamts und der Bundesagentur für Arbeit, Stand Juli 2017, siehe IfM Bonn (2017): Mittelstand im Überblick, Kennzahlen der KMU nach Definition des IfM Bonn für Deutschland, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/#accordion=0&tab=1>.

- 20** Die IKT-Branche setzt sich zusammen aus spezialisierten Unternehmen des produzierenden Gewerbes (IKT-Warenproduktion), Unternehmen des Handels mit IKT-Gütern (IKT-Großhandel) und Unternehmen, die in ihrer Haupttätigkeit Service-Leistungen im Bereich IT und Telekommunikation anbieten (IKT-Dienstleistungen).

- 21** Vgl. Statistisches Bundesamt (2014): IKT-Branche 2014, elektronisch verfügbar unter:

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UnternehmenHandwerk/Unternehmen/FlyerIKT_Branche5529106147004.pdf?__blob=publicationFile.

Untersuchungen mit unterschiedlicher Methodik umfassend empirisch belegt wurde. Dabei zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Breitbandverfügbarkeit/-penetration und volkswirtschaftlichen Größen wie BIP-Wachstum, Produktivität oder Beschäftigung.²²

Den Gesamteffekt der Digitalisierung von Unternehmen schätzen verschiedene Studien mit unterschiedlichem Fokus und methodischen Ansatz auch in quantitativer Hinsicht ab:

- Der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft hat ermittelt, dass die deutsche Wirtschaft im Jahr 2016 eine rein digitale Wertschöpfung von rund 332 Milliarden Euro erbracht hat.²³
- Roland Berger schätzt, dass durch die digitale Transformation in Europa ein jährliches zusätzliches Wertschöpfungspotenzial in Höhe von 250 Mrd. Euro realisiert werden kann.²⁴
- McKinsey rechnet in einer Analyse des volkswirtschaftlichen Potenzials der konsequenten Digitalisierung des Mittelstands in Deutschland mit einer Erhöhung des deutschen Wirtschaftswachstums bis 2025 um 0,3% pro Jahr, die einem zusätzlichen Wertschöpfungspotenzial in Höhe von 126 Mrd. Euro entsprechen. In Bezug auf einzelne Branchen werden die höchsten Wertschöpfungszuwächse in der Informations- und Kommunikationstechnologie (+17,2 Mrd. Euro), Metall- und Elektroindustrie (+15,1 Mrd. Euro) sowie dem Groß- und Außenhandel (+14,4 Mrd. Euro) erwartet.²⁵
- Eine Studie im Auftrag des Zukunftsrats der Bayerischen Wirtschaft kommt zu dem Ergebnis, dass die Digitalisierung zwischen 1996 und 2014 für 0,5 Prozentpunkte des jahresdurchschnittlichen Wachstums der Bruttowertschöpfung in Deutschland verantwortlich gewesen ist und branchenübergreifend zu Wachstum führt. ²⁶ Dabei ist in einigen Branchen, wie z. B. in der Land- und Forstwirtschaft sowie dem Produzierenden und Verarbeitenden Gewerbe, das durch Digitalisierung ermöglichte Wertschöpfungswachstum besonders hoch.

²² Vgl. hierzu ausführlich Henseler-Unger, I.; Wernick, C.; Tenbrock, S. (2017): Die Zukunft der Marktregulierung, WIK-Studie im Auftrag des VATM, August 2017, S. 4 ff., elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/VATM_Studie_Die_Zukunft_der_Marktregulierung_final.pdf;

Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. M. (2017): Gigabitnetze für Deutschland, WIK-Studie im Auftrag des BMWi, S. 5-9, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Gigabitnetze_Deutschland.pdf.

²³ Vgl. Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft (2017): Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung – Analyse und Handlungsempfehlungen, elektronisch verfügbar unter:

https://vbw-zukunftsrat.de/pdf/wertschoepfung/vbw_zukunftsrat_handlungsempfehlung.pdf.

²⁴ Vgl. Bundesverband der Deutschen Industrie(BDI)/Roland Berger (2015): Die digitale Transformation der Industrie, S. 11, elektronisch verfügbar unter:

https://bdi.eu/media/user_upload/Digitale_Transformation.pdf.

²⁵ Vgl. McKinsey (2017): Die Digitalisierung des deutschen Mittelstands, elektronisch verfügbar unter: https://www.mckinsey.de/files/mckinsey_digitalisierung_deutscher_mittelstand.pdf.

²⁶ Vgl. Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V. (vbw) (2017): Wachstum digital – digitale Unternehmen, September 2017, S. 2, elektronisch verfügbar unter:

https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Volkswirtschaft/2017/Downloads/Position-Wachstum-digital-digitale-Unternehmen_2017.pdf.

Tabelle 3-1: Beitrag der Digitalisierung zum Wachstum der Bruttowertschöpfung

	<i>Jahresdurchschnittliches Wachstum der Bruttowert- schöpfung 1996 bis 2014</i>		<i>Differenz in Prozentpunkten</i>
	<i>mit Digitalisierung</i>	<i>ohne Digitalisierung</i>	
Deutschland	+1,5%	+1,0%	0,5
Land- u. Forstwirtschaft	-1,0%	-1,6%	0,6
Produzierendes Gewerbe	+1,2%	+0,6%	0,6
Verarbeitendes Gewerbe	+1,9%	+1,3%	0,6
Fahrzeugbau	+3,7%	+3,2%	0,5
Maschinenbau	+0,6%	+0,2%	0,4
Elektrotechnik	+0,5%	+0,1%	0,4
Chemie	+1,1%	0,6%	0,5
Dienstleistungen	+1,7%	+1,2%	0,5
Telekommunikation	+5,8%	+5,4%	0,4
Finanzdienstleister	+0,7%	+0,6%	0,4
freiberufl. techn. Dienstl.	+1,0%	+0,6%	0,4

Quelle: vbw (2017).²⁷

Katz nimmt bei seiner Auseinandersetzung mit den sozioökonomischen Effekten der digitalen Transformation drei Wellen der Digitalisierung in den Blick, deren Diffusionsverläufe mit jeder Generation an Dynamik gewinnen (siehe Abbildung 3-2).²⁸

- Die erste Welle umfasst die heutigen Technologien mit einem hohen Reifegrad, wie z. B. Managementinformationssysteme, Telekommunikationstechnologien in den Bereichen Breitband, Festnetz und Mobilfunk ebenso wie Endgeräte (PC, Mobiltelefone etc.).
- In der zweiten Welle erfolgt die Diffusion des Internets und der zugehörigen Plattformen, Technologien und Dienste.
- Mit der dritten Welle, die um das Jahr 2010 begann, wurden bestehende Technologien um ein breites Spektrum an Neuentwicklungen mit Einsatzmöglichkeiten rund um Information Processing, Decision Making und weitreichende Automatisierung angereichert. Zu den Entwicklungen mit weitreichenden Anwendungspotenzialen gehören u. a. Künstliche Intelligenz, Big Data, IoT, Robotik

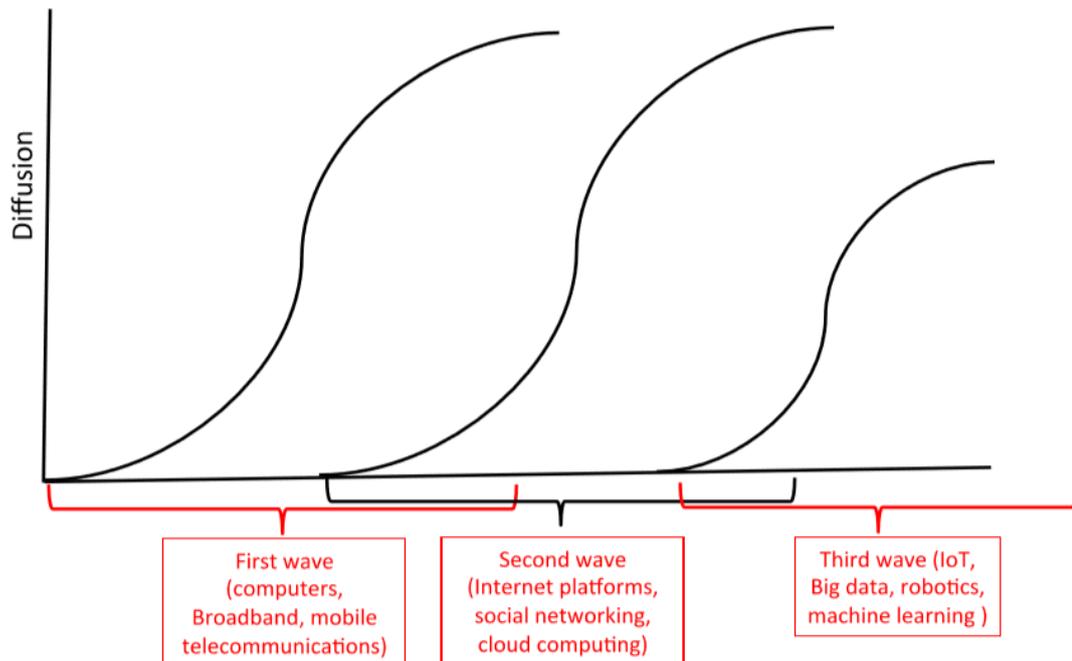
²⁷ Vgl. Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V. (vbw) (2017): Wachstum digital – digitale Unternehmen, September 2017, S. 2, elektronisch verfügbar unter:

https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Volkswirtschaft/2017/Downloads/Position-Wachstum-digital-digitale-Unternehmen_2017.pdf.

²⁸ Vgl. Katz, R. (2017): Social and economic impact of digital transformation on the economy, Studie im Auftrag der ITU, S. 8-14, elektronisch verfügbar unter: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2017/Soc Eco impact Digital transformation finalGSR.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2017/Soc%20Eco%20impact%20Digital%20transformation%20finalGSR.pdf).

und 3D-Druck. Diese werden typischerweise nicht isoliert genutzt, sondern in umfassende Lösungen eingebettet und in komplexen Wertschöpfungsketten übergreifender Anwendungsfelder eingesetzt.

Abbildung 3-2: Diffusion von Technologien in den drei Wellen der Digitalisierung



Quelle: Katz (2017).²⁹

Von der dritten Welle der Digitalisierung, die maßgeblich durch Fortschritte in den Bereichen Robotik, Big Data und maschinelles Lernen getragen sein wird, sind signifikante Auswirkungen auf die Betriebskosten zu erwarten, sobald die heute noch in der Anfangsphase befindlichen Anwendungen den Massenmarkt durchdringen (z. B. mit Künstlicher Intelligenz unterstützte Personalauswahl, Big Data-basierte Diagnose von Krankheiten und optimierte Spracherkennung im Callcenter-Bereich).³⁰ Darüber hinaus werden Technologien wie Big Data und maschinelles Lernen auch zu signifikantem Nutzen für die gesellschaftliche Wohlfahrt führen, der u. a. aus Anwendungen in den Bereichen E-Government und E-Health generiert wird. Dies deutet sich in den bereits heute schon vereinzelt implementierten Lösungen an, z. B. in der Vorhersage von Auswirkungen des Klimawandels auf die Ernährungs- und Wasserversorgung der Bevölke-

²⁹ Vgl. Katz, R. (2017): Social and economic impact of digital transformation on the economy, Studie im Auftrag der ITU, S. 8, elektronisch verfügbar unter: https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2017/Soc_Eco_impact_Digital_transformation_finalGSR.pdf.

³⁰ Vgl. Katz, R. (2017): Social and economic impact of digital transformation on the economy, Studie im Auftrag der ITU, S. 27, elektronisch verfügbar unter: https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2017/Soc_Eco_impact_Digital_transformation_finalGSR.pdf.

rung, in komplexen Verkehrssimulationen oder in der verbesserten Planung von öffentlichem Nahverkehr.³¹

Das umfassende Ausschöpfen der Digitalisierungspotenziale im Sinne einer Durchdringung der Gesamtwirtschaft und -gesellschaft ist daher nicht nur von der Telekommunikationsbranche abhängig, sondern erfordert auch geeignete Rahmenbedingungen in den Anwendersektoren. Dies gilt im Besonderen in Wirtschaftszweigen mit ausgeprägten sektorspezifischen Regulierungsaufgaben, welche an die digitalisierte Welt angepasst werden müssen, wie beispielsweise im Gesundheitswesen oder in der öffentlichen Verwaltung.

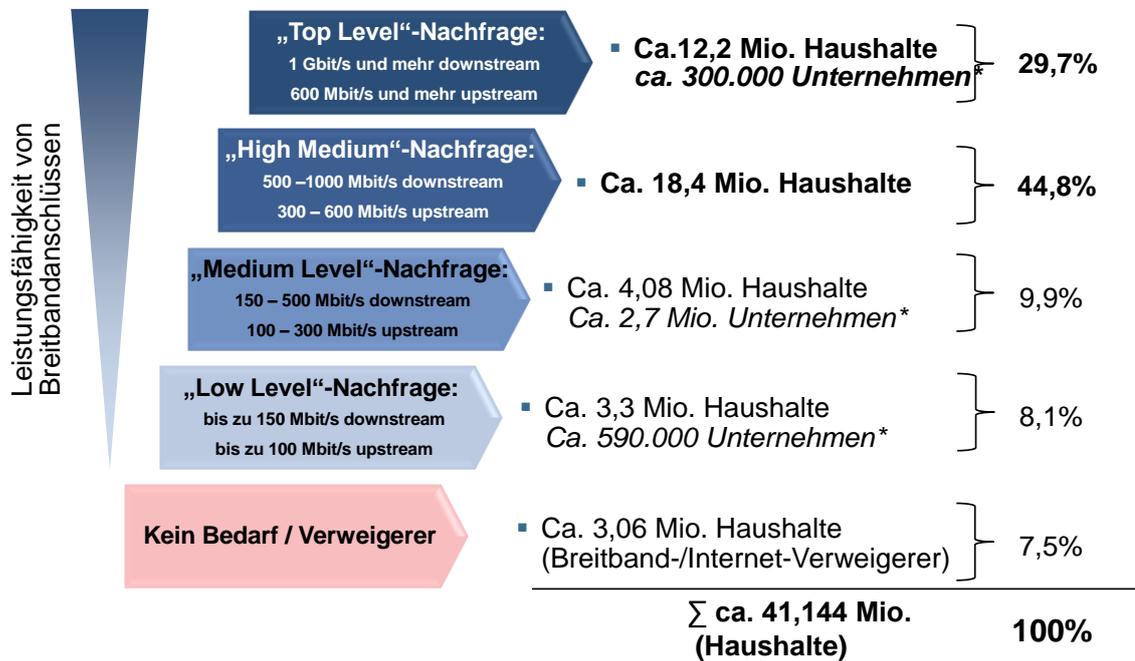
Dabei ist für den langfristigen Erfolg eine ganzheitliche und aufeinander abgestimmte Herangehensweise in allen für die digitale Transformation relevanten Bereichen unabdingbar, die Aspekte der Infrastruktur und Technologie, der Anwendung und Nutzung ebenso wie der Bildung und des Kompetenzaufbaus berücksichtigt. Die Rolle des Staates sollte in der eines Early Adopters bestehen, der als Treiber der Digitalisierung wirkt und in zentralen Anwendungsfeldern digitale Kompetenzen ebenso wie technische Ausstattung und digitale Methoden entwickelt, die positive Auswirkungen auf alle übrigen Sektoren haben.

Hier gibt es vielfältige Ansatzpunkte, die z. B. im konsequenten Vorantreiben von E-Government sowie der Entwicklung von Smart Cities und Smart Regions oder in der Ausgestaltung geeigneter Rahmenbedingungen für den E-Health-Bereich oder den Bildungsbereich bestehen. In all diesen Bereichen, die stark durch öffentliche Nachfrage geprägt werden, können Spill-over-Effekte für andere Wirtschaftsbereiche erwartet werden.

Zukünftig ist auch im Bereich privater Haushalte ein zunehmend breites Spektrum an Anwendungen in verschiedenen Nutzungskategorien zu erwarten. Die zukünftige Nachfrage ist geprägt durch die parallele und simultane Nutzung mehrerer (vernetzter) Endgeräte und Anwendungen. Daraus resultieren hohe Ansprüche an die Breitbandanschlüsse, sowohl mit Blick auf die Übertragungsraten (auch bei symmetrischer Nutzung) als auch hinsichtlich der Qualität (niedriger Paketverlustrate und geringer Latenz). Das WIK-Marktpotenzialmodell geht davon aus, dass im Jahr 2025 ca. 75% der Haushalte Bandbreiten von ≥ 500 Mbit/s im Downstream nachfragen werden (vgl. Abbildung 3-3).

³¹ Vgl. Katz, R. (2017): Social and economic impact of digital transformation on the economy, Studie im Auftrag der ITU, S. 29, elektronisch verfügbar unter: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2017/Soc Eco impact Digital transformation finalGSR.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2017/Soc%20Eco%20impact%20Digital%20transformation%20finalGSR.pdf).

Abbildung 3-3: Bandbreitennachfrage von Privathaushalten in 2025*



Quelle: WIK-Marktpotenzialmodell.³²

* Die Nachfrageschätzungen für Unternehmen wurden nicht aktualisiert, sondern ohne neue Berechnungen in die Ergebnisse der Fortschreibungen für Privathaushalte integriert.

Insgesamt hat die Nutzung digitaler Dienste und leistungsfähiger Breitbandanschlüsse eine hohe gesellschaftliche Bedeutung und erzeugt Nutzen für private Haushalte. Zum einen wirkt sich der Breitbandausbau direkt und indirekt auf die Beschäftigung aus und erhöht dadurch das Einkommen privater Haushalte.³³ Zum anderen wirkt sich die Verfügbarkeit von Breitbandzugängen in zweifacher Hinsicht positiv auf die Höhe der Konsumentenrente aus: Einerseits erhöht sich unmittelbar der Nutzen privater Haushalte durch die Verfügbarkeit von Breitbandzugängen, andererseits führen IKT-Dienste zu Preissenkungen, da die Produktivität steigt und der Wettbewerb intensiviert wird.

Über die bereits aufgeführten ökonomischen Effekte hinaus kann die Digitalisierung auch Auswirkungen auf sozioökonomisch und umweltpolitisch bedeutsame Aspekte haben. Sie dient als wichtiges Instrument gesellschaftlicher Teilhabe und fördert die

³² Vgl. Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2017): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK-Bericht, Bad Honnef, März 2017, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Die_Privatkundennachfrage_nach_hochbitratigem_Breitbandinternet_im_Jahr_2025_FINAL.pdf.

³³ Vgl. Wernick, C.; Gries, C.; Bender, C.; Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, WIK-Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, S. 17 ff., elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

Chancengleichheit und Verringerung der digitalen Kluft.³⁴ Durch flächendeckende Breitbandinfrastrukturen können Anwendungen wie Homeoffice, E-Learning und Videokonferenzen auch konsequent eingesetzt werden, um durch Verringerung der physischen Präsenz vor Ort Pendlerströme zu reduzieren und die Vereinbarkeit von Familie und Beruf zu verbessern.³⁵

Gleichwohl muss an dieser Stelle auch darauf verwiesen werden, dass mit der Digitalisierung auch Risiken für bestehende Geschäfts- und Erlösmodelle einhergehen und durch intelligente digitale Anwendungen bestehende Arbeitsplätze überflüssig werden. So rechnet der Branchenverband Bitkom für die kommenden fünf Jahre mit dem Verlust von 3,4 Mio. Stellen in Arbeitsbereichen, die zunehmend von Robotern und Algorithmen durchdrungen werden. Innerhalb der nächsten zwanzig Jahre erwartet er, dass die Hälfte aller Berufsbilder wegfällt.³⁶ Da es sich bei der Digitalisierung jedoch um eine Entwicklung handelt, von der sich eine führende Volkswirtschaft wie Deutschland nicht abwenden kann, ohne die Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren, unterstreichen entsprechende Prognosen umso mehr die Erfordernis, dass Gesellschaft, Wirtschaft und Politik den Digitalisierungsprozess aktiv mitgestalten.

-
- 34** Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, WIK-Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik-consult.com/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.
- 35** Vgl. Heß, A.; Polst, S. (2017): Mobilität und Digitalisierung: Vier Zukunftsszenarien, Studie der Bertelsmann-Stiftung, S. 6, elektronisch verfügbar unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_LK_Mobilitaet-und-Digitalisierung_Vier-Zukunftsszenarien_2017.pdf.
- 36** Vgl. Löhr, J. (2018): Digitalisierung zerstört 3,4 Millionen Stellen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Online, 2.2.2018, elektronisch verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/digitalisierung-wird-jeden-zehnten-die-arbeit-kosten-15428341.html>.

4 Megatrends bei Dienstangebot und Nachfrage

In einer Gigabitgesellschaft sind alle Lebens- und Arbeitsbereiche durch einen sehr weitreichenden Einsatz von fortgeschrittenen Informations- und Kommunikationstechnologien sowie spezialisierten Diensten und Anwendungen gekennzeichnet. Daher versteht man unter einer Gigabitgesellschaft eine „fortgeschrittene Informationsgesellschaft, die vollständig von Informations- und Kommunikationstechnik durchdrungen ist, so dass die Nutzer keine technischen Beschränkungen erfahren und vernetzte Anwendungen ohne Restriktionen möglich sind.“³⁷

Dieses Kapitel widmet sich der Frage, durch welche Trends und Entwicklungen die Nachfrage im Jahr 2025+ charakterisiert werden kann. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass sich bestimmte Entwicklungen, die derzeit beobachtet werden können, auch in Zukunft weiter fortsetzen und noch weiter verstärken werden. Dazu gehören beispielsweise bestimmte übergeordnete (Mega-)Trends, bei denen zukünftig von einer noch weiter ansteigenden Bedeutung auszugehen ist.

In einem ersten Schritt werden zunächst die wichtigsten Megatrends aufgezeigt und es wird ihre Bedeutung für hochwertige Dienste und Anwendungen – speziell für Smart Services – herausgestellt. Im Anschluss werden Entwicklungen und übergeordnete Dienste bzw. Anwendungsgruppen für einzelne Sektoren oder Akteure hervorgehoben, die zukünftig einen starken Einfluss auf die Strukturen, die Wertschöpfung und die Prozesse innerhalb der Branchen ausüben werden.

Schließlich wird diskutiert, welche Anforderungen die entsprechenden Dienste an die zugrunde liegenden Infrastrukturen stellen werden.

4.1 Megatrends

In der vorliegenden Studie orientieren wir uns zunächst an Megatrends, unter denen wir übergeordnete technologische Entwicklungen verstehen, die aus heutiger Sicht von hoher Relevanz als Enabler für das Dienstangebot und/oder die Nachfrage sein werden. Diese technologischen Entwicklungen ermöglichen neue Anwendungen häufig durch ihr Zusammenspiel. Sie werden meist schon seit geraumer Zeit durch Forschung und Entwicklung vorangetrieben und erreichen durch technologischen Fortschritt immer leistungsfähigere und breitere Einsatzbereiche. So begann z. B. die erste kommerziell relevante Welle der Künstlichen Intelligenz bereits in den 80er Jahren. Sie bezog sich auf eng umgrenzte Aufgaben in sehr strukturierten Gebieten (z. B. Schach, Fehlerdiagnose) und wird aktuell auf die Einbeziehung von abstraktem Expertenwissen unter Nut-

³⁷ Vgl. Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, S. 12, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

zung neuronaler Netze ausgerichtet, so dass immer mehr Wissen automatisch aus Daten lernbar wird.³⁸

Für die vorliegende Studie sind diese Trends vor dem Hintergrund ihrer Funktion als Enabler für neue Anwendungen von Relevanz, die sich auf die von uns betrachteten drei Dimensionen Infrastruktur, Angebot und Dienste auswirken. Darüber hinaus soll das Spektrum der vielfältigen Anwendungsformen, die durch die Digitalisierung ermöglicht werden, grob umrissen werden, um deren Potenziale und Relevanz für die verschiedenen Bereiche des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens zu unterstreichen.

4.1.1 Virtual Reality/Immersive Media und Augmented Reality

Der Begriff virtuelle Realität umschreibt eine computergenerierte, interaktive und lebensechte Umgebung. Durch virtuelle Realitäten können die Darstellung und die Wahrnehmung einer Umgebung bzw. Realität simuliert werden. Die tatsächliche Umgebung eines Nutzers kann mit Hilfe von technologischen Hilfsmitteln (etwa VR-Brillen) dabei ausgeblendet werden. Virtuelle Realität kann den Nutzern neue Optionen und Nutzungsmöglichkeiten zur Verfügung stellen, etwa durch vielfältige Interaktions- und Reaktionsmöglichkeiten, ein größeres Sichtfeld und ein höheres Maß an Mobilität.

Immersion bezeichnet den durch virtuelle Realitäten entstehenden Effekt, dass die Wahrnehmung der faktischen Realität durch die Nutzer in den Hintergrund tritt und die virtuelle Umgebung als echt wahrgenommen wird. Virtuelle Realitäten können sehr weit eingesetzt werden, beispielsweise bei der Simulation von medizinischen Eingriffen in der Telemedizin oder bei der Nutzung von virtuellen interaktiven Lernumgebungen im Bereich E-Learning.

Dagegen handelt es sich bei Augmented Reality um eine computergestützte Erweiterung der tatsächlichen Realität. Die reale Umgebung wird hierbei durch virtuelle Zusatzinformationen – häufig in Form von Bildern oder Videos – ergänzt. Auch hier werden technologische Hilfsmittel – beispielsweise Brillen – eingesetzt, welche virtuelle Informationen in die reale Welt einsetzen und diese ergänzen oder überlagern. Dabei ist es die wesentliche Herausforderung, dass eine harmonische Darstellung und Wahrnehmung von realen und virtuellen Informationen gewährleistet wird. Augmented Reality findet ebenfalls zahlreiche Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise bei der Nutzung von Head-up-Displays in Fahrzeugen, auf denen für die Fahrer relevante Informationen eingeblendet werden, oder im Arbeitsalltag von Ingenieuren oder Monteuren, wenn die

38 Vgl. Hecker, D.; Döbel, I.; Petersen, U.; Rauscher, A.; Schmitz, V.; Voss, A. (2017): Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz – Potenziale und Anwendungen, S. 5-10, elektronisch verfügbar unter: https://www.bigdata.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publikationen/KI-Studie_Ansicht_201712.pdf.

Realität durch Computerbilder überlagert wird und mögliche Arbeitsschritte angezeigt werden.³⁹

4.1.2 Taktiler Internet

Unter taktiler Internet werden solche Anwendungen verstanden, die eine extrem niedrige und für Menschen kaum wahrnehmbare Reaktionszeit besitzen. Diese Reaktion in Echtzeit bedingt sehr niedrige Latenzzeiten, z. T. von unter einer Millisekunde. Anwendungen im Bereich des taktilen Internets ermöglichen eine Steuerung und Kontrolle von realen und virtuellen Objekten in Echtzeit.⁴⁰ Ebenso ermöglicht taktiler Internet einen feineren Spielraum in der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine durch taktile und haptische Sinneseindrücke.⁴¹

Als mögliche Anwendungsfelder von taktiler Internet können u. a. die Bereiche Smart Mobility, E-Health und Industrie 4.0 identifiziert werden. Dies betrifft beispielsweise die Lenkung von Verkehrsströmen, telemedizinische Diagnose-, Behandlungs- und Therapiemöglichkeiten sowie die Koordination von komplexen und zeitkritischen Produktionsprozessen. Taktiler Internet ermöglicht eine Optimierung von Prozessen im Millisekundenbereich und kann folglich weit über die bestehenden Optimierungsansätze hinausgehen.⁴²

4.1.3 Cloud Dienste

Cloud Computing bezeichnet die Bereitstellung von Informationstechnik als Dienstleistung über das Internet. Die Spannweite der angebotenen Cloud Dienste umfasst das gesamte Spektrum der Informationstechnik und schließt u. a. Infrastruktur (Arbeitsspeicher oder Rechenplatz), Plattformen und die Nutzung von Anwendungssoftware ein.

39 Vgl. KPMG (2016): Neue Dimensionen der Realität Executive Summary zur Studie der Potenziale von Virtual und Augmented Reality in Unternehmen, elektronisch verfügbar unter: <https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/virtual-reality-exec-summary-de.PDF>;

Fraunhofer IGD: Virtual & Augmented Reality, elektronisch verfügbar unter: <https://www.igd.fraunhofer.de/kompetenzen/technologien/virtual-augmented-reality>;
IAEE (2016): Future Trends Impacting the Exhibitions and Events Industry – 2016 Update, elektronisch verfügbar unter: <http://www.iaee.com/wp-content/uploads/2016/04/2016-IAEE-Future-Trends-Impacting-the-Exhibitions-and-Events-Industry-White-Paper.pdf>.

40 Vgl. Fraunhofer Gesellschaft: Echtzeitkommunikation – Warum das Internet taktil werden muss, elektronisch verfügbar unter: <https://www.fraunhofer.de/de/forschung/aktuelles-aus-der-forschung/taktiler-internet.html>;
Bundesministerium für Bildung und Forschung: 5G: Taktiler Internet; elektronisch verfügbar unter: <https://www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/foerderung/bekanntmachungen/5g-taktiler-internet>.

41 Vgl. Alcatel-Lucent Stiftung für Kommunikationsforschung (2014): Positionspapier – Das Taktiler Internet, elektronisch verfügbar unter: http://www.stiftungaktuell.de/wp-content/uploads/2014/07/Positionspapier_Das_Taktiler_Internet_final.pdf.

42 Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung: 5G: Taktiler Internet; elektronisch verfügbar unter: <https://www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/foerderung/bekanntmachungen/5g-taktiler-internet>.

Die Gründe für eine weiterhin starke Zunahme der Nutzung von Cloud Diensten sind vielfältig: Durch die Zentralisierung der Rechenoperationen und der Speicherkapazitäten (Infrastructure as a service – IaaS) können Skaleneffekte und somit hohe Einsparungspotenziale erzielt werden. Somit können Nachfrager leistungsfähigere sowie kostengünstigere Lösungen implementieren und eigene IT-Systeme müssen nicht selbst angeschafft und betrieben sowie regelmäßig gewartet und erneuert werden. Cloudbasierte Anwendungen und Lösungen hingegen ermöglichen es gewerblichen Nachfragern, Dienste bereitzustellen, mit denen sie schnell und flexibel auf neue Marktentwicklungen reagieren können. Außerdem können die Leistungskapazitäten flexibel der Nachfrage angepasst und die Kosten für das erforderliche IT-Personal stark gesenkt werden. Der Einsatz von Cloud Technologie ist prinzipiell in jedem Industriesektor denkbar.⁴³

4.1.4 Intelligente Netzfunktionen

Es ist zu erwarten, dass die Gigabitgesellschaft durch Zugangsnetze charakterisiert sein wird, die sich im Vergleich zu heute durch eine höhere Leistungsfähigkeit auszeichnen werden (vgl. Kapitel 5). Einhergehend ist mit einer zunehmenden Virtualisierung und Verlagerung der Intelligenz in die Netzinfrastrukturen zu rechnen. Entwicklungen wie Software Defined Networks (SDN) und Network Function Virtualisation (NFV) werden ein flexibleres Netzwerkmanagement und die softwarebasierte Virtualisierung von Netzfunktionen ermöglichen.

Mögliche Anwendungsszenarien umfassen die virtuelle Entbündelung von drahtgebundenen Übertragungstechnologien wie VDSL Vectoring, Network Sharing zwischen Mission-Critical Services und kommerziellen Mobilfunkangeboten bei 5G oder ebenfalls bei 5G die simultane Nutzung verschiedener Use Cases.⁴⁴ Wie wir in einer Delphi Studie im Auftrag der EU-Kommission gezeigt haben, erwarten wir, dass entsprechende Innovationen über die Telekommunikationslandschaft hinweg die Entwicklung und Verbreitung innovativer Dienste, Apps und Produkte befördern können.⁴⁵ Entsprechend gehen wir davon aus, dass intelligente Netzfunktionen durch die Verbesserung der Möglichkeit zum Network Sharing einen Beitrag zur Belebung der Angebotslandschaft leisten können.

⁴³ Vgl. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Elixmann, D. (2015): Applications and networks: the chicken or the egg – The role of digital applications in supporting investment and the European economy, WIK-Report commissioned by Microsoft, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2015/Microsoft_Cloud_framework.pdf;

BSI (2013): Notfallmanagement mit der Cloud für KMUs, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bsi.bund.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Presse2013/BSI-Studie_Notfallmanagement_mit_der_Cloud_fuer_KMU_08102013.html.

⁴⁴ Vgl. Marcus, J. S.; Molnar, G. (2017): Network Sharing and 5G in Europe: The Potential Benefits of Using SDN or NFV, in: DigiWorld Economic Journal, No. 108, 4th Quartal 2017, S. 113-138.

⁴⁵ Vgl. Arnold, R.; Bonneau, V.; Bott, J.; Djurica, M.; Holtzer, A.; Plückebaum T. Ramahandry, T.; Tas, S.; Wernick, C. (2016): Implications of the emerging technologies Software-Defined Networking and Network Function Virtualisation on the future Telecommunications Landscape, A study prepared for the European Commission by WIK-Consult, IDATE and TNO, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Foresight_study_SDN.pdf.

4.1.5 Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) umfasst eine Klasse von Software-Applikationen, die menschliches Verhalten und den menschlichen Entscheidungsprozess modelliert. Auf diese Weise sollen Computer und Maschinen menschliches Verhalten und menschliche Prozesse reproduzieren und anwenden können. Hierzu gehören u. a. die Wahrnehmung, das Verständnis, das Handeln und das eigenständige Lernen. Gerade in der Lernfähigkeit liegt die wesentliche Neuerung im Vergleich zu herkömmlichen IT-Systemen.⁴⁶

Digitale Sprachassistenten – mobil auf dem Smartphone oder stationär in Häusern/Wohnungen – stellen bereits erste auf Künstlicher Intelligenz basierende Ansätze dar. Ausgehend von einfachen Anwendungen im Bereich der Sensorik hat der Bereich der Künstlichen Intelligenz in den letzten Jahren auch in der gewerblichen Nutzung massiv an Bedeutung gewonnen, besonders Anwendungsszenarien im Bereich der Automatisierung und in der Robotik, die auf Künstlicher Intelligenz basieren: Einsatzbereiche umfassen u. a. Supply Chain Management, digitale Assistenten, Funktionen des Business Supports, Predictive Maintenance und automatische Qualitätstests. Auch autonom fahrende Fahrzeuge werden auf Anwendungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz zurückgreifen müssen.⁴⁷

In ihrem Zusammenspiel werden sie zu Enablern von Anwendungen und Diensten einer Gigabitgesellschaft, von denen einige im Folgenden kurz vorgestellt werden.

4.2 Dienstangebot und Nachfrage

Auf Grundlage der im vorherigen Teilkapitel aufgeführten Megatrends kann davon ausgegangen werden, dass das Dienstangebot in der Gigabitwelt 2025+ noch weiter ausdifferenziert sein und sich an der Nachfrage von privaten und gewerblichen Kunden ausrichten wird. Hierbei könnte auch das Prinzip der Sharing Economy im Telekommunikationssektor an Relevanz gewinnen, welches bisher nur eine verhältnismäßig geringe Relevanz im Mobilfunk über WLAN-Communities entwickelt hat.⁴⁸

⁴⁶ Vgl. Hecker, D.; Döbel, I.; Petersen, U.; Rauscher, A.; Schmitz, V.; Voss, A. (2017): Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz – Potenziale und Anwendungen, elektronisch verfügbar unter: https://www.bigdata.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publikationen/KI-Studie_Ansicht_201712.pdf.

⁴⁷ Vgl. Berg, A. (2017): Künstliche Intelligenz, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-Pls/2017/11-November/Bitkom-Charts-PK-AI-15-11-2017-final.pdf>;

McKinsey (2017): Smartening up with Artificial Intelligence (AI) – What's in it for Germany and its Industrial Sector?, elektronisch verfügbar unter:

https://www.mckinsey.de/files/170419_mckinsey_ki_final_m.pdf;

IAEE (2016): Future Trends Impacting the Exhibitions and Events Industry – 2016 Update; elektronisch verfügbar unter: <http://www.iaee.com/wp-content/uploads/2016/04/2016-IAEE-Future-Trends-Impacting-the-Exhibitions-and-Events-Industry-White-Paper.pdf>.

⁴⁸ Vgl. Queder, F.; Angenendt, N.; Wernick, C. (2017): Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 423, Bad Honnef.

Insbesondere Smart Services, digitale Dienstleistungen auf Basis von vernetzten und intelligenten Informationstechnologien, die speziell auf die Bedürfnisse und die Zahlungsbereitschaft von Kunden zugeschnitten sind, werden hierbei an Bedeutung gewinnen. Die Attraktivität von einzelnen Diensten steigt z. T. auch noch dadurch weiter, dass übergreifende Vernetzung zwischen verschiedenen Anwendungsbereichen erreicht werden kann, etwa wenn für Privatkunden Anwendungen im Bereich Smart Home und Smart Energy zusammengeführt werden können. Auch für gewerbliche Kunden sind solche Vorteile denkbar, etwa bei einer unternehmensspezifischen Vernetzung von verschiedenen Geschäftsbereichen.⁴⁹

Im Folgenden soll aufgeführt werden, in welchen Anwendungsfeldern eine hohe Bedeutung von Smart Services zu erwarten ist. Dabei gilt es zu beachten, dass Überschneidungen zwischen den einzelnen Feldern vorhanden sind und nicht jeder Bereich klar von den anderen abgegrenzt werden kann. Darüber hinaus besteht eine hohe Unsicherheit über die tatsächliche Relevanz der einzelnen Anwendungsfelder und das mögliche Entstehen weiterer innovativer Dienste und Anwendungen in der Gigabitwelt 2025+.

Tabelle 4-1: Smart Services und Anwendungen für verschiedene Nachfragergruppen

Smart Home & Smart Building	<p>Smart Home beschreibt die Nutzung von vernetzten und intelligenten Lösungen und Systemen im eigenen Zuhause. Beispiele hierfür sind Heizungen und Lüftungen, Beleuchtung, Haushaltsgeräte und Unterhaltungssysteme.</p> <p>Die Vorteile von solchen Diensten für Privatkunden umfassen u. a. die Erhöhung von Sicherheit, eine effizientere Energie- und Ressourcennutzung, eine Steigerung des Komforts und die Möglichkeit für kranke und ältere Menschen, in ihrem Zuhause verbleiben zu können. Durch die Vernetzung von verschiedenen Komponenten kann ein leistungsfähiges System entstehen.⁵⁰</p> <p>Im Gegensatz zu Smart Home umfasst Smart Building die Verwendung von intelligenten Lösungen und Systemen in Wohnungen und ganzen Gebäuden. Hierzu zählen etwa intelligente Energiesysteme (etwa im Fall von Energieverteilung), Sicherheitsanlagen mit Überwachungs-, Zutritts- und Notfallsystemen sowie das Management von Trink- und Abwasser. Auch einzelne Bereiche von Smart Home können in ein umfassendes Smart Building System integriert werden.</p> <p>Die Steigerung der Gebäudesicherheit sowie eine effizientere Nutzung und Auslastung von Energie und Ressourcen stehen als Vorteile im Vordergrund. Smart Building findet für Privatkunden und gewerbliche Kunden gleichermaßen Anwendung.⁵¹</p>
-----------------------------	--

⁴⁹ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Smart Service Welt; elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/smart-service-welt.html>.

⁵⁰ Vgl. DCTI/Bitkom (2015): Smart Home 2015 – Die optimale Lösung für Ihr Zuhause, elektronisch verfügbar unter: http://www.dcti.de/fileadmin/user_upload/GreenGuide_SmartHome_2015_Webversion.pdf;

Smart Energy	<p>Smart Energy bezeichnet die Nutzung von Kommunikations- und Informationstechnologie bei der Energieerzeugung, Energieverteilung und beim Energieverbrauch.</p> <p>Bei der Energieerzeugung können beispielsweise erneuerbare Energien einfacher und flexibler eingespeist werden und virtuelle Kraftwerke einen stärkeren Beitrag zur Energieversorgung in ländlichen Räumen leisten. Im Bereich der Energieübertragung kann u. a. eine gleichmäßigere Netzauslastung erzielt und Engpässe können schneller lokalisiert werden. Zudem können beim Verbrauch die Kapazitäten und die Bedarfe von Produzenten, Konsumenten und Prosumenten besser aufeinander abgestimmt werden.⁵² Die Anwendung der Blockchain-Technologie birgt schließlich das Potenzial, dass Prosumenten und kleine Anlagenbetreiber direkt an den Letztverbraucher vermarkten, ohne dass dafür ein Energieversorger nötig ist.⁵³</p>
Smart Mobility	<p>Smart Mobility beschreibt die Verwendung von IKT-Technologien im Verkehrssektor, womit meist mehrere Zielsetzungen verfolgt werden: Es sollen eine sichere, kostengünstige, flexible, energieeffiziente und komfortable Mobilität der Verkehrsteilnehmer und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur erreicht werden.⁵⁴</p> <p>Neben dem Einsatz in den einzelnen Verkehrsträgern wird bei Smart Mobility auch eine Vernetzung der Verkehrsträger – sowohl der Nutzer als auch der Infrastruktur – angestrebt. Als wichtige Trendthemen werden derzeit Elektromobilität, Shared Vehicles, automatisiertes und autonomes Fahren sowie die Vernetzung der Infrastruktur erachtet.⁵⁵</p>

Bitkom: Thema: Smart Home, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.bitkom.org/Themen/Digitale-Transformation-Branchen/Smart-Home/index.jsp>.

- 51** Vgl. Institut für Innovation und Technik (2010): Smart Home in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/smart-home-in-deutschland>;

Carl, M.; Lübcke, M. (2016): Das sichere Gebäude der Zukunft, elektronisch verfügbar unter:

https://www.sicherheitdirekt.de/images/download/2b_AHEAD_Trendstudie_Das_sichere_Geb%c3%a4ude.pdf;

Carl, M.; Lübcke, M. (2017): Smart Building 2030 – Geschäftsmodelle in der Sicherheitstechnik der Zukunft, elektronisch verfügbar unter:

https://www.5-sterne-redner.de/fileadmin/media/download/pdf/Trendanalysen_SGJ/janszky-trendstudie-2017-2b-AHEAD-smart-building-1.pdf.

- 52** Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014): Smart Energy made in Germany, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/smart-energy-made-in-germany.pdf?__blob=publicationFile&v=3;

Moritz, W. (2014): Der Markt für Smart Energy Services bis 2020, elektronisch verfügbar unter:

http://www.mpw-net.de/fileadmin/media/mpw/Veroeffentlichungen/smart.ER_Ausgabell_Artikel_WMoritz.pdf.

- 53** Vgl. PWC (2018): Stadtwerke 2030 – Herausforderungen der Energieversorgung in Kooperationen meistern, Studie im Auftrag des VKU, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.pwc.de/stadtwerke2030>.

- 54** Vgl. Wolter, S. (2012): Smart Mobility – Intelligente Vernetzung der Verkehrsangebote in Großstädten, in: Proff, H.; Schönharting, J.; Schramm, D.; Ziegler, J. (Hg.): Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität, S. 527-548, Berlin.

- 55** Vgl. Flügge, B. (2016): Trendthema Smart Mobility, in: Flügge, B. (Hg.): Smart Mobility: Trends, Konzepte, Best Practices für die intelligente Mobilität, S. 5-88, Wiesbaden.

Vernetzte Industrie	<p>Vernetzte Industrie (oder Industrie 4.0) umfasst den Einsatz von IKT in verschiedenen Industriezweigen. Diese verändert nicht nur Arbeitsabläufe und Prozesse, sondern kann auch die gesamte Wertschöpfung einer Branche umgestalten.</p> <p>Die Vorteile von Industrie 4.0 sind vielfältig: Die Produktion kann kostengünstiger, flexibler, effizienter und besser an den Kundenwünschen orientiert erfolgen. Durch die Flexibilität soll eine individualisierte Massenfertigung ermöglicht werden. Wichtige Treiber über Branchengrenzen hinaus sind Technologien wie Robotik, Internet of Things, Big Data und der 3D-Druck, die zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und zur Sicherung des Wirtschaftsstandortes eingesetzt werden.⁵⁶</p>
E-Health	<p>E-Health bezeichnet IKT im Gesundheitswesen. Hierdurch können die Akteure im Gesundheitssektor besser miteinander vernetzt werden und die Behandlung von Patienten kann effizienter durchgeführt werden.</p> <p>Das Ziel von E-Health Anwendungen besteht darin, schneller und effizienter auf Krankheiten und Notfälle reagieren zu können sowie die Behandlungs- und Therapiekosten zu reduzieren. Telemedizinische Behandlung, Teletherapie und Telerehabilitation gewinnen in allen medizinischen Feldern an Bedeutung. Zudem gilt der demografische Wandel als wichtiger Treiber für Anwendungen in den Bereichen Telemonitoring und Telepflege.⁵⁷</p>
E-Learning	<p>E-Learning bezeichnet den Einsatz von IKT in allen Bereichen der Bildung (Vorschule, Schule, Hochschule und berufliche Weiterbildung). Für alle denkbaren Fachrichtungen und Altersklassen stehen Anwendungen und meist auch Instrumente zur Verfügung, sowohl für Lehrende als auch Lernende.</p> <p>E-Learning soll eine größere Flexibilität beim Lernen und eine Anpassung an spezifische Interessen und Lernfortschritte ermöglichen. Gerade bei Anwendungen für eine hohe Teilnehmerzahl können auch die Kosten des Lehrens und Lernens gesenkt werden. Durch neue Technologien können zudem innovative Lerntechniken (Interaktivität, Simulationen, virtuelle Umgebungen) eingesetzt werden, was die digitale Kompetenz der Anwender fördert.⁵⁸</p>

⁵⁶ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): 10-Punkteplan für Industrie 4.0 – Handlungsempfehlungen der Plattform Industrie 4.0, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-10-punkte-plan.html>;

Plattform Industrie 4.0 (2016): Digitalisierung der Industrie – Die Plattform Industrie 4.0, Fortschrittsbericht April 2016, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.aisec.fraunhofer.de/content/dam/aisec/Dokumente/Publikationen/Sonstige/digitalisierung-der-industrie-plattform-i40.pdf>.

⁵⁷ Vgl. Beirat Junge Digitale Wirtschaft beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): BJDW – Positionspapier zum Thema E-Health/Digital Health, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bjdw-positionspapier-zum-thema-e-health-digital-health.pdf?__blob=publicationFile&v=4;

PWC (2016): Weiterentwicklung der eHealth-Strategie, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/E/eHealth/BMG-Weiterentwicklung_der_eHealth-Strategie-Abschlussfassung.pdf.

⁵⁸ Vgl. Beirat Junge Digitale Wirtschaft beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): BJDW Digitale Bildung ist die Grundlage für das digitale Zeitalter, elektronisch verfügbar un-

<p>Smart Farming</p>	<p>Smart Farming beschreibt die Verwendung von IKT in der Landwirtschaft; dabei werden Daten v. a. durch den Einsatz von Sensoren in landwirtschaftlichen Geräten, Fahrzeugen und in der Fläche gesammelt. Diese Daten können mit weiteren Datenquellen wie Wetterdaten und geologischen Daten ausgewertet werden, um landwirtschaftliche Abläufe zu optimieren.</p> <p>Durch Smart Farming sollen die Kosten der stark arbeits- und ressourcenintensiven Landwirtschaft gesenkt und soll die Effizienz gesteigert werden, etwa durch ortsdifferenzierte und zielgerichtete Bewirtschaftung von Flächen. Gerade stark automatisierten bzw. autonomen Fahrzeugen und robotischen Systemen sowie der Drohnentechnologie kommt dabei eine wichtige Rolle zu.⁵⁹</p>
<p>E-Government</p>	<p>E-Government umschließt den Einsatz von IKT in der Verwaltung, mit dem Ziel, den Umgang der Bürger mit den Behörden schneller, effizienter, bequemer, transparenter und kostengünstiger zu gestalten.</p> <p>Das Angebot an die Bürger umfasst dabei u. a. Online-Plattformen zur Information und Kommunikation (etwa für Anträge oder Terminvereinbarungen). Auch komplexere Dienste wie elektronische Steuererklärungen und Authentifizierungsanwendungen werden in der Praxis umgesetzt.⁶⁰</p>
<p>Smart City</p>	<p>Smart City umschreibt die Entwicklung, dass Städte und Gemeinden immer stärker auf IKT zurückgreifen. Ökonomisch, ökologisch und sozial nachhaltige Produkte und Dienste werden durch eine umfassende Vernetzung von IKT realisiert. Die oben aufgeführten Smart Services (wie Smart Mobility, E-Health, E-Learning, Smart Energy, Smart Government) können Bestandteile von Smart City sein.</p> <p>Durch Anwendungen im Bereich Smart City kann eine Vielzahl von ökonomischen, ökologischen, sozialen, kulturellen und sicherheitsrelevanten Zielen verfolgt werden. Diese Transformation zu Smart Cities oder sogar Smart Regions soll die Attraktivität der Städte für die Bürger (etwa durch die Steigerung der Lebensqualität) und für die Unternehmen (durch Standortvorteile und eine Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit) gleichermaßen sicherstellen.⁶¹</p>

ter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bjdw-stellungnahme-digitale-bildung.pdf?__blob=publicationFile&v=4;

MMB Institut (2016): Schlussbericht zur Trendstudie zum Digitalen Lernen im Jahr 2025, elektronisch verfügbar unter:

https://www.learntec.de/shared_files/content_files/marketing/schlussbericht-final-20161208-trendstudie-learntec.pdf.

59 Vgl. Deutscher Bauernverband (2016): Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Handlungsbedarf, Positionspapier des Deutschen Bauernverbandes von September 2016, elektronisch verfügbar unter: www.bauernverband.de/mediaarchiv/grab_pic_chris.php?id=661106;

Wolfert, S.; Ge, L.; Verdouw, C.; Bogaardt, M. (2017): Big Data in Smart Farming – A review, Agricultural Systems, Volume 153, May 2017, Pages 69-80, elektronisch verfügbar unter:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/FC37D579E17F6E7302392D46AE540D3DF048BB6774407BD4180E202F1021263AE72BC57CCCFAED1F2A72070E11E9CBAF>.

60 Vgl. fortiss; Initiative D21 (2017): eGovernment Monitor 2017, elektronisch verfügbar unter:

http://www.egovernment-monitor.de/fileadmin/uploads/Studien/eGovMon2017_RZ_FINAL_WEB_NEW.pdf;

IPIMA; Initiative D21 (2016): eGovernment Monitor 2017, elektronisch verfügbar unter:

http://initiated21.de/app/uploads/2016/12/egovmon2016_web.pdf.

61 Vgl. IDC (2016): Smart Cities in Deutschland: Wie Städte die Digitale Transformation meistern, elektronisch verfügbar unter: <https://germany.emc.com/collateral/campaign/smart-city/idc-brief-de.pdf>;

Auch wenn davon auszugehen ist, dass alle der oben genannten Dienste zukünftig eine weiter ansteigende Rolle erfahren, kann sich der Grad der zukünftigen Bedeutung doch deutlich unterscheiden:

- Die Dienstvielfalt innerhalb der einzelnen Smart Services und Nachfragergruppen kann sich deutlich unterscheiden. Gerade eine starke Differenzierung des Dienstangebots und eine Ausrichtung an einer sehr bedarfsspezifischen Nachfrage kann die Bedeutung der einzelnen Smart Services noch weiter erhöhen.
- Ebenso wirkt sich der Innovationsgrad von neuen Anwendungen auf deren Bedeutung in der Zukunft aus. Gerade die in Kapitel 3.1 skizzierten Megatrends können die Attraktivität der Smart Services noch weiter erhöhen und die Nachfrage nach den Anwendungen weiter ankurbeln.
- Der Differenzierungs- und Innovationsgrad der Dienste können auch durch den Wettbewerb zwischen den Anbietern der Dienste maßgeblich beeinflusst werden. Als Anbieter von Smart Services kommen potenziell nicht nur die Telekommunikationsanbieter, sondern auch die Anbieter von Spezialdiensten (hierzu können auch Over-the-Top (OTT) Anbieter zählen) infrage. Ein starker Wettbewerb zwischen den Anbietern und Anbietergruppen kann sich positiv auf Innovationen auswirken und dadurch die Attraktivität und die Zahlungsbereitschaft nach diesen Diensten weiter steigern.

4.3 Kriterien für die Adoption digitaler Dienste in einer Gigabitwelt

Anders als der Begriff „Gigabitgesellschaft“ suggeriert, werden zukünftige Anwendungen nicht nur hohe Anforderungen an die übertragbaren Bandbreiten, sondern auch an Stabilität, Sicherheit und Qualität haben.

Eine Studie von Fraunhofer Fokus im Auftrag der Netzallianz differenziert hierbei zwischen den folgenden messbaren (funktionalen) und nicht-messbaren Parametern:⁶²

- Verfügbarkeit: Verfügbarkeit von Netzinfrastrukturen pro Zeiteinheit (gemessen in Prozent)
- Mobilität: Die unterstützte Bewegungsgeschwindigkeit mobiler Nutzer einer Funktechnologie (gemessen in km/h)
- Dichte an unterstützten Endgeräten: Die Anzahl an unterstützten Endgeräten einer Funktechnologie pro Quadratkilometer (gemessen in Anzahl/km²)

Nationaler IT-Gipfel (2015): Intelligente Städte und Regionen in Deutschland – Aufruf zur digitalen Transformation, elektronisch verfügbar unter:

http://deutschland-intelligent-ver-netz.org/app/uploads/sites/4/2015/12/151109_FG2_014_PG_Smart_City_Positionspapier_Ansicht.pdf.

⁶² Vgl. Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

- Kommunikationsdichte: Der unterstützte Datendurchsatz einer Funktechnologie bezogen auf den Quadratkilometer (gemessen in Gbit/s/km²)
- Latenz: Die Ausbreitungsverzögerung eines Signals, die durch Signallaufzeiten bspw. in Leitungen, Luft und Systemkomponenten entsteht (gemessen in ms)
- Bandbreite Uplink: Die maximale Menge übertragbarer digitaler Daten pro Sekunde vom Endgerät zum Netz (gemessen in Mbit/s)
- Bandbreite Downlink: Die maximale Menge übertragbarer digitaler Daten pro Sekunde vom Netz zum Endgerät (gemessen in Mbit/s)
- Jitter: Die Varianz der Laufzeit von Datenpaketen (gemessen in ms)
- Paketverlust: Der Anteil der bei einer Datenübertragung verlorenen Datenpakete

Neben diesen technischen Parametern werden weitere sog. nicht-funktionale Leistungsparameter hervorgehoben, bei denen die Messbarkeit nicht ohne weiteres quantifizierbar ist. Während der Fokus der o. g. Parameter auf netzleistungsbezogenen Kriterien liegt, geht es hierbei um Aspekte, die für die Dienste adoption von Relevanz sind und insbesondere auch vor dem Hintergrund der Anforderungen gewerblicher und (in geringerem Maße) privater Nachfrager zu sehen sind.

- Sicherheit: Der Grad an Vertraulichkeit und Integrität, mit dem Daten über Netzinfrastrukturen kommuniziert werden
- Netzwerkmanagement: Der Grad an Flexibilität bei der Verwaltung und Konfiguration von Netzinfrastrukturen
- Wirtschaftlichkeit: Die Anschaffungskosten und Betriebskosten von Netzinfrastrukturen
- Offenheit: Die Offenheit von Netzinfrastrukturen und ihrer Dienste für Ihre Nutzer
- Ressourcen-/Energieeffizienz: Maß für die Effizienz von Netzinfrastrukturen bei der Nutzung von Ressourcen (bspw. Funkspektrum und Energie)

Tabelle 4-2 gibt einen Überblick über relevante Leistungsklassen und -parameter.

Tabelle 4-2: Klassifizierung der Leistungsparameter in Qualitätsklassen von 1 (niedrig) bis 6 (hoch)

Leistungsklasse	Leistungsparameter/ Metriken	Qualitätsklasse					
		1 (niedrig)	2	3	4	5	6 (hoch)
Konnektivität	Verfügbarkeit [%]	<99	99	99,9	99,99	99,999	≥ 99,9999
	Mobilität [km/h]	0	10	50	100	500	≥ 1.000
Kapazität	Dichte an unterstützten Endgeräten [# / km ²]	10	100	1.000	10.000	100.000	≥ 1.000.000
	Kommunikationsdichte [Gbit / km ²]	0,1	1	10	100	1.000	≥ 10.000
Dienstgüte/ QoS	Latenz [ms]	10.000	1.000	100	10	1	≤ 0,1
	Bandbreite Uplink [Mbit/s]	<0,01	0,1	1	10	100	≥ 1.000
	Bandbreite Downlink [Mbit/s]	<0,1	1	10	100	1.000	≥ 10.000
	Jitter [ms]	>100	100	10	1	0,1	≤ 0,01
	Paketverlust [%]	>1	1	0,1	0,01	0,001	≤ 0,0001
Nichtfunktional	Sicherheit	keine	sehr gering	gering	moderat	hoch	sehr hoch
	Netzwerkmanagement	manuell	aufwändig, begrenzt	wenig flexibel	flexibel	dynamisch	hoch flexibel
	Wirtschaftlichkeit	sehr gering	gering	moderat	erheblich	hoch	sehr hoch
	Offenheit	keine	sehr gering	gering	moderat	hoch	sehr hoch
	Ressourcen-/ Energieeffizienz	keine	sehr gering	gering	moderat	hoch	hoch effizient

Quelle: Fraunhofer Fokus (2016).⁶³

Im Rahmen der Studie werden die kumulierten Anforderungen an die funktionalen Netzparameter in verschiedenen Nutzungsszenarien dargestellt. Hierbei zeigt sich die Heterogenität der Anforderungen in verschiedenen Nutzungsszenarien.⁶⁴ Während bspw. industrielle Anwendungen sehr hohe Anforderungen an Konnektivität, Paketverlusten, Jitter und Latenz stellen, spielen im Bereich der Gesundheitswirtschaft und öffentlichen Verwaltung vor allem Bandbreiten im Up- und Download eine wichtige Rolle.⁶⁵

⁶³ Vgl. Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, S. 24, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

⁶⁴ Dies deckt sich mit den Ergebnissen einer WIK-Studie aus dem Jahr 2016, die sich mit dem Angebot und der Nachfrage von Telekommunikationsdiensten für gewerbliche Nutzer auseinandergesetzt hat. Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, WIK-Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

⁶⁵ Vgl. Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, S. 71, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

Diese Erkenntnisse sind insofern von Relevanz, als sich der eigenwirtschaftliche (und vermutlich auch der geförderte) Netzausbau an tatsächlichen Use Cases und ihren infrastrukturellen Anforderungen orientieren wird, um regional differenziert der Nachfrage und damit auch der Zahlungsbereitschaft entsprechend Infrastrukturen zu errichten. Dies hat zur Folge, dass realistischerweise nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Übertragungstechnologien flächendeckend in einer Art und Weise ausgebaut werden, die sie befähigt, an allen Lokationen die maximalen Anforderungen hinsichtlich Verfügbarkeit, Bandbreite oder Latenz zu erfüllen. Entsprechend ist eine heterogene Infrastrukturlandschaft in Abhängigkeit der Use Cases zu erwarten, was zusätzlich durch den heterogenen Netzausbau in der Vergangenheit unterstützt wird.

Tabelle 4-3: Kumulierte Anforderungen an funktionale Netzparameter

Klassen	Metriken	Medien	Automotive	Gesundheit	Industrie	ÖV	Bildung	Energie
Konnektivität	Verfügbarkeit	4	6	5	6	5	4	5
	Mobilität	4	5	4	2	4	2	3
Kapazität	Dichte an unterstützten Endgeräten	5	3	3	3	3	3	3
	Kommunikationsdichte	6	5	3	5	3	4	3
Dienstgüte/ QoS	Latenz	3	5	4	5	4	3	4
	Bandbreite Uplink	3	5	6	5	6	4	5
	Bandbreite Downlink	5	4	6	4	6	4	3
	Jitter	3	5	4	5	4	3	4
	Paketverlust	2	4	4	6	4	3	3

Quelle: Fraunhofer Fokus (2016).⁶⁶

Wie wir bereits dargelegt haben, unterstellen wir im Rahmen dieser Studie, dass die Netzinfrastrukturen der Gigabitwelt 2025+ den technischen Anforderungen der Anwendungen genügen werden.

Hieraus ergibt sich, dass wir zum Zwecke unserer Analyse die Hypothese aufstellen, dass die Anforderungen an die funktional-technischen Parameter in einer Gigabitwelt 2025+ für die jeweils relevanten Anwendungen in puncto Konnektivität, Kapazität und Dienstgüte erfüllt sein werden. Im Gegensatz hierzu spielen die oben als solche bezeichneten nicht-funktionalen Parameter jedoch eine wichtige Rolle für die

⁶⁶ Vgl. Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, S. 71, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

Dienstadooption und damit die Realisierung eines hohen Grads der digitalen Transformation. Diese können durch die Schaffung geeigneter rechtlicher (und regulatorischer) Rahmenbedingungen befördert werden (z. B. durch die Verabschiedung von rechtlichen Rahmenbedingungen, die die Datensouveränität der privaten und gewerblichen Nutzer sichern und damit vertrauensbildend und akzeptanzsteigernd wirken).

Zugleich gibt es bei den genannten Parametern auch solche, bei denen gewünschte Ergebnisse weniger durch direkte Eingriffe in Form von rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen zu erwarten sind, sondern durch einen funktionierenden Markt mit einem dynamischen Wettbewerbsumfeld. So ist beispielsweise zu erwarten, dass in einem wettbewerbsintensiven Markt Angebote und Dienste vermarktet werden, die den Anforderungen der Nachfrager an Offenheit und Flexibilität entsprechen und damit die digitale Transformation befördern.

Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, bei der Analyse der verschiedenen Szenarien für eine Gigabitwelt der Jahre 2025+ zwischen wettbewerblichen und nicht-wettbewerblichen Faktoren zu differenzieren.

Mit Blick auf die wettbewerbliche Beurteilung der Szenarien erscheint uns insbesondere die Identifikation struktureller Markteintrittsbarrieren sowie potenzieller Bottlenecks von Relevanz. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass es in einer Gigabitwelt 2025+ im Vergleich zu heute zu Verschiebungen kommen kann. Während die „alte“ Telekommunikationswelt vor der Herausforderung stand, ehemals monopolistische Infrastrukturen aufzubrechen, um sie in wettbewerbliche Märkte zu überführen, können in einer Gigabitwelt 2025+ Markteintrittsbarrieren oder Bottlenecks an ganz anderen Stellen, losgelöst von infrastrukturellen Fragestellungen, entstehen.

Ein Beispiel hierfür ist die aktuelle auch im Weissbuch „Digitale Plattform“ thematisierte Frage, ob und in welchem Umfang große OTT-Plattformen über Marktmacht verfügen und wie diese Problematik durch regulatorische und wettbewerbspolitische Eingriffe gelöst werden kann.⁶⁷ Als ein Lösungsansatz hierfür wird aktuell das Recht auf Datenübertragbarkeit diskutiert, welches in der EU-Datenschutz-Grundverordnung⁶⁸ verankert ist und durch vereinfachte und unkomplizierte Anbieterwechsel den Aufbau und die Verfestigung von Marktmacht auf Plattformen durch Lock-in-Effekte vermeiden soll.

Zugleich sehen sich Regulierung und Wettbewerbspolitik auch einer sehr viel größeren Dynamik ausgesetzt, was auch mit Konsequenzen für die Entscheidungspraxis verbunden ist. In einer hoch dynamischen Wettbewerbsumgebung, in der sich die Lebenszyklen der Marktteilnehmer rasant beschleunigen, muss hinterfragt werden, wie einerseits stabile Rahmenbedingungen geschaffen werden können, die Anbietern und Nachfra-

⁶⁷ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Weissbuch Digitale Plattformen Digitale Ordnungspolitik für Wachstum, Innovation, Wettbewerb und Teilhabe, 07.03.2017, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/weissbuch-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=22.

⁶⁸ EU-DSGVO.

gern Planungssicherheit verschaffen, und wie zum anderen bei Marktversagen schnelle Entscheidungen herbeigeführt werden können, damit es infolge von Verzögerungen nicht zu nachhaltigen Marktverwerfungen kommt.

Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, rücken die Endnutzer in einer solchen Betrachtung stärker in den Vordergrund. Insbesondere spielen auch primär nicht-wettbewerbliche Themen wie Datensicherheit und Datenintegrität, Versorgungssicherheit und Verbraucherschutzaspekte eine zunehmend wichtige Rolle, gerade auch mit Blick auf die Akzeptanz digitaler Anwendungen und damit die digitale Transformation.

Im Rahmen der Szenariobeurteilung rücken die genannten Aspekte in unseren Fokus (vgl. Kapitel 9). Dieses Vorgehen ist mit der Erwartung verknüpft, dass die genannten wettbewerblichen und nicht-wettbewerblichen Aspekte die Geschwindigkeit der digitalen Transformation beeinflussen. Zugleich stellen sie relevante Stellschrauben dar, an denen die öffentliche Hand bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen für die Gigabitwelt 2025+ drehen kann, um bei möglichen Fehlentwicklungen korrigierend eingreifen zu können.

5 Übertragungsnetzseitige Anforderungen und Charakteristika

Um den Anforderungen der Gigabitwelt 2025+ zu genügen, müssen aus heutiger Sicht Backbone und Backhaul der verschiedenen Zugangsnetze glasfaserbasiert sein. Ob diese(s) zentrale(n) Netz(e) gemeinsam, im Wettbewerb oder als Deutschland-Netz geführt werden, sei dahingestellt. Für die Überbrückung der letzten Meter bis zum Kundenanschluss sind verschiedene Anslusstechologien denkbar, sowohl Festnetz- als auch Funkverbindungen. Eine Glasfaserverlegung bis weit in die Fläche stellt die Konnektivität zu Infrastrukturen, die die Bandbreiten- und Qualitätsanforderungen anspruchsvoller digitaler Dienste erfüllen, her und ist damit eine der wesentlichen Voraussetzungen für eine Gigabitgesellschaft. Diese werden zum Nährboden für Innovationen im Bereich der Intelligenten Vernetzung, des Internet der Dinge und sektorspezifischer neuartiger Anwendungen. Je nach Art der Anwendung muss diese nicht nur stationär, sondern auch mobil und nicht nur standortbezogen, sondern auch ubiquitär vorhanden sein.

Trotz der Annahme, dass die Infrastrukturen in einer Gigabitwelt der Jahre 2025+ keinen Engpassfaktor darstellen werden, wird auch eine Gigabitwelt infrastruktureseitig wahrscheinlich durch einen gewissen Grad an Heterogenität gekennzeichnet sein, nicht zuletzt, da die Netze auf den heute verfügbaren Infrastrukturen aufsetzen werden. Gleichwohl wird sich aufgrund des technologischen Fortschritts und der steigenden Anforderungen das Bild im Vergleich zu heute deutlich unterscheiden. Hierzu werden insbesondere auch Trends wie Network Slicing, SDN und NFV beitragen (vgl. Kapitel 3.1.4). Offen ist, in welchem Umfang Mobilfunknetze in der Gigabitwelt 2025+ als Substitute für Festnetze zum Einsatz kommen oder ob sie weitgehend komplementär sein werden. Hiervon hängt auch die für eine wettbewerbliche Beurteilung relevante Frage nach der Existenz und Zahl paralleler Netzinfrastrukturen ab.

Schließlich kann es auch mit Blick auf öffentliche und private Netze zu Veränderungen kommen, beispielsweise wenn Nicht-Telekommunikationsunternehmen in größerem Umfang als bisher – gegebenenfalls auch unter Umgehung von Telekommunikationsanbietern – firmeneigene Netze aufbauen, wenn hierfür entsprechende Frequenzen zur Verfügung stehen sollten.

5.1 Feste Übertragungstechnologien

Eine Reihe von aktuellen Studien hat sich mit den Charakteristika und Leistungsfähigkeiten unterschiedlicher Übertragungstechnologien auseinandergesetzt.⁶⁹ Bei festen

⁶⁹ Vgl. z. B. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. M. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf; Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

Übertragungstechnologien ist Stand heute zwischen kupferdoppeladerbasierten, HFC-basierten und glasfaserbasierten Übertragungstechnologien zu unterscheiden, wobei in einer Gigabitgesellschaft der Fokus klar auf HFC- und glasfaserbasierten Technologien liegen wird. Wesentliche Unterscheidungskriterien sind:

- Der Umfang, wie weit die Glasfaser bis zum Anschluss reicht
- Die übertragbaren Bandbreiten im Down- und Upload
- Physikalische Limitationen bei der Leitungslänge
- Latenz
- Ob die verfügbare Bandbreite individuell zur Verfügung steht oder zwischen mehreren Nutzern geteilt wird sowie
- Welche Möglichkeiten für die Bereitstellung von Vorleistungsprodukten bestehen.

Im Folgenden gehen wir kurz auf die beiden wichtigsten Arten von festen Übertragungstechnologien ein.

5.1.1 Glasfaserbasierte Übertragungstechnologien

Aus technischer Sicht stellen FTTB/H-Lösungen die leistungsfähigsten Breitbandzugänge dar. FTTH wird in verschiedenen Netzarchitekturen ausgebaut. Die wesentlichen Ausprägungsformen sind Point-to-Point (P2P) und Gigabit Passive Optical Network (GPON).⁷⁰ Während es sich bei GPON um ein Shared Medium handelt, da ein passives Bauteil (Splitter) die Signale auf verschiedene Glasfasern aufteilt, die zu den Kundenanschlüssen führen, verfügt bei P2P jeder Anschlussinhaber über eine eigene dedizierte Glasfaser vom Hauptverteiler (HVT) bis zum Abschlusspunkt Linientechnik (APL) (FTTB) bzw. Kundenanschluss (FTTH). Da die GPON Architektur im Vergleich zu P2P kostengünstiger im Ausbau und Betrieb ist, wird diese trotz der geringeren Leistungsfähigkeit von verschiedenen Anbietern beim Glasfaserausbau genutzt.

Über Glasfaseranschlüsse auf Basis von FTTB/H können stabile Übertragungsgeschwindigkeiten von über 1 Gbit/s bis in den Terabit-Bereich realisiert werden. Das Verhältnis zwischen Up- und Downloadraten kann dabei sowohl symmetrisch als auch asymmetrisch gestaltet werden. FTTB/H-Netze sind kaum störanfällig durch äußere Einflüsse und weisen aufgrund geringerer Dämpfung sehr große Reichweiten (von bis

⁷⁰ Vgl. FTTH Council (2013): New FTTH-based Technologies and Applications, White Paper by the Deployment and Operations Committee, elektronisch verfügbar unter:

http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/DandO_White_Paper_2014.pdf;

Hoernig, J.; Neumann, K.-H.; Peitz, M.; Plückerbaum, T.; Vogelsang, I. (2010): Architectures and competitive models in fibre networks, Studie im Auftrag von Vodafone, Dezember 2010, elektronisch verfügbar unter:

https://www.vodafone.com/content/dam/vodafone/about/public_policy/position_papers/vodafone_report_final_wkconsult.pdf.

zu mehreren hundert Kilometern) in der Datenübertragung auf. Während bei FTTB in Mehrfamilienhäusern die hausinterne Anbindung mittels Kupferkabel realisiert wird, wird bei FTTH auch für die Inhausverkabelung Glasfaser genutzt.⁷¹

5.1.2 Kabelbasierte Übertragungstechnologien

Bereits heute werden in HFC-Netzen über DOCSIS 3.0 in weiten Teilen des Ausbaugebiets Bandbreiten von bis zu 400 Mbit/s vermarktet.

Im Zuge der Abschaltung des analogen TV-Angebots, welches über Kabel verbreitet wird,⁷² entstehen Potenziale für die weitere Erhöhung der Bandbreite durch die Nutzung von frei werdendem Frequenzspektrum. Zusätzlich sind die Planungen für die Umsetzung des Upgrades auf DOCSIS 3.1 weit gediehen. Auf dieser Basis werden zukünftig Downstream-Geschwindigkeiten von bis zu 10 Gbit/s im Breitbandkabel möglich sein. Neben der Ausweitung der Anzahl der genutzten Kanäle zur Kapazitätserhöhung können Kapazitätsengpässe kosteneffizient durch den Ausbau von weiteren Node Splits in einem Netzsegment ohne Tiefbauarbeiten beseitigt werden,⁷³ wodurch das Glasfasernetz näher an den Kunden rückt.

Im Gegensatz zu P2P-Netzinfrastrukturen ist das Kabelnetz ein Shared Medium, so dass insbesondere zu Hauptlastzeiten die Gefahr besteht, dass bei hoher Auslastung durch mehrere Anschlussinhaber die tatsächlich nutzbare Bandbreite hinter den erreichbaren Bandbreiten zurückbleibt.

Hinzu kommt, dass die bisherigen DOCSIS-Standards für asymmetrische Bandbreiten spezifiziert waren, was ihren Einsatz im Geschäftskundensegment limitiert. Perspektivisch könnte sich dies aber durch DOCSIS 3.1 und dessen Weiterentwicklungen ändern. CableLabs stellte im Februar 2016 das Projekt Full Duplex DOCSIS vor, welches das Ziel hat, symmetrische Gigabitgeschwindigkeiten über das Kabelnetz zu ermöglichen. Diese Technologien befinden sich jedoch noch in der Entwicklung und sind bisher nicht marktreif.

5.1.3 Zusammenfassung

Es ist zu erwarten, dass die Gigabitwelt durch Glasfasertechnologie dominiert wird. Auch wenn sich durch neue technische Verfahren sowie die Verwendung höherer Fre-

⁷¹ Die G.fast-Technologie bietet Möglichkeiten, den Beschränkungen einer kupferbasierten Inhausanbindung von FTTB entgegenzuwirken und so trotz einer kupferbasierten Inhausverkabelung Gigabitgeschwindigkeiten anzubieten.

⁷² Vgl. Die Medienanstalten (2016): Digitalisierungsbericht 2016, S. 39, elektronisch verfügbar unter: http://www.die-medienanstalten.de/fileadmin/Download/Publikationen/Digitalisierungsbericht/2016/Digitalisierungsbericht_2016_deutsch.pdf.

⁷³ Vgl. Muchalla, C. (2016): Im Geschwindigkeitsrausch – So zukunftsfähig sind die heutigen Breitbandkabelnetze, erschienen in Net 1-2/16, S. 42.

quenzen Bandbreitensteigerungen realisieren lassen (vgl. z. B. VDSL2/Vectoring-Technologie sowie G.fast⁷⁴), werden kupferbasierte Technologien deutlich an Bedeutung verlieren und voraussichtlich nur in Koexistenz mit Glasfasernetzen, z. B. bei der Inhausverkabelung von Mehrfamilienhäusern, im Zuge von FTTB-Lösungen eine gewisse Relevanz haben. Dies liegt insbesondere daran, dass trotz technologischer Aufrüstung physikalische Restriktionen des Kupferkabels verbleiben (z. B. mit Blick auf Latenzraten oder die Reichweite) und für höhere Übertragungsleistungen auch mehr Energie verwendet werden muss, was einen Anstieg der operativen Kosten bewirkt.⁷⁵

Neben der aus technologischer Sicht und unter wettbewerblichen Gesichtspunkten zu favorisierenden P2P-Technologie ist auch ein großflächiger Einsatz der GPON-Technologie zu erwarten, welche aufgrund leicht geringerer Ausbaurkosten die präferierte Wahl zahlreicher Anbieter ist. Neben den glasfaserbasierten Netzen ist auch eine weite Präsenz der Kabelnetze zu erwarten, welche trotz Kupferleitungen im Abschlusssegment und ihres Charakteristikums als Shared Medium deutliches Potenzial aufweisen.

5.2 Funkgestützte Übertragungstechnologien

Ausgehend von den Netzen der zweiten Generation (2G), die zum ersten Mal mobiles Internet ermöglicht haben, ist dessen Bedeutung und Nutzung stark angestiegen. In Anbetracht der kontinuierlich wachsenden Menge der über Funk übertragenen Datenvolumina ist die Allokation knapper Frequenzressourcen eines der wesentlichen Themen im Mobilfunkbereich. Forschung und Entwicklung konzentrieren sich darauf, mehr Frequenzen nutzbar zu machen und durch eine parallele Nutzung von Frequenzbändern eine effiziente Nutzung sicherzustellen. Dies gilt exemplarisch für WLAN und Mobilfunknetze. Bestand in der Vergangenheit eine klare Trennung zwischen der Nutzung von lizenzierten (für öffentlichen Mobilfunk) und unlizenzierten Frequenzen im 2,4 und 5 Gigahertz (GHz) Bereich (für WLAN), wird diese aufgelöst, so dass WLAN-Frequenzen auch für den Mobilfunk selbst oder über ein Zusammenwachsen von WLAN und LTE genutzt werden.⁷⁶

War es über das in Deutschland erstmals Ende 2010 gestartete LTE-Netz zunächst theoretisch möglich, 300 Mbit/s als maximale Downloadrate bzw. 75 Mbit/s als maximale Uploadrate zu erreichen, gelang es durch die Weiterentwicklung Evolution LTE-Advanced, die maximale Downloadrate auf 1,2 Gbit/s zu steigern. Darüber hinaus gelang es mit dem LTE-Standard, im Vergleich zu 3G neben der Geschwindigkeit auch die Latenzzeiten und spektrale Effizienz sowie die Nutzerkapazität pro Zelle zu steigern.

⁷⁴ Vgl. Kafka, G. (2016): SuperVector + Vplus =VDSL 35b, erschienen in Net 1-2/16, S. 35 f.

⁷⁵ Vgl. Kafka, G. (2016): SuperVector + Vplus =VDSL 35b, erschienen in Net 1-2/16, S. 35 f.

⁷⁶ Vgl. Queder, F.; Angenendt, N.; Wernick, C. (2017): Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 423, Bad Honnef, Dezember 2017.

Möglich wird dies unter anderem durch Carrier Aggregation, die Bündelung von verschiedenen Frequenzblöcken.⁷⁷ Innerhalb des LTE-Standards können Up- und Download sowohl zwischen Frequenzen (Frequency Division Duplexing – FDD) aufgeteilt als auch zeitlich (Time Division Duplexing – TDD) voneinander getrennt werden. Durch das TDD-Verfahren können somit symmetrische Verbindungen realisiert werden.

LTE-Advanced Pro stellt voraussichtlich den letzten 4G Evolutionsschritt dar. Neben weiteren Verbesserungen ermöglicht es der Standard, lizenziertes und unlizenziertes Spektrum sowie WLAN zu aggregieren.⁷⁸ So können bis zu 3 Gbit/s im Downstream erreicht werden. Weiterhin wurden u. a. die Latenzen weiter reduziert und die Carrier Aggregation Möglichkeiten verbessert.⁷⁹

Die vergangene Entwicklung des exponentiell steigenden Datenverkehrs in Mobilfunknetzen stellte die Mobilfunkindustrie vor die Herausforderung, jährlich etwa 55%⁸⁰ mehr Daten zu übertragen. Dies wurde durch drei Ansätze erreicht:

1. Die Verdichtung des Netzes durch die Errichtung zusätzlicher Mobilfunkstandorte
2. Die Ersteigerung und den Einsatz zusätzlicher Frequenzen
3. Die Nutzung effizienterer Mobilfunkstandards

Letzteres bestimmte die Entwicklung von 2G zu 3G bzw. zum derzeitigen LTE-Standard. So wurde bspw. durch Carrier Aggregation, Multiple Input Multiple Output (MIMO) oder neue Modulationsverfahren erreicht, dass die Kosten der Mobilfunkdatenübertragung weiter gesunken sind, während die spektrale Effizienz erhöht werden konnte.

Mit 5G ändert sich jedoch dieses Entwicklungsparadigma. Neben der Einführung von weiteren effizienzsteigernden Verfahren, wie beispielsweise Massive MIMO,⁸¹ ermöglicht es 5G, alle teils kontrahierenden Anforderungen von Mobilfunkübertragungen zu erfüllen. Diese Anforderungen bestimmen sich jedoch nicht mehr primär aus dem Anwendungsfall der mobilen privaten oder gewerblichen Datennutzung, sondern aus den vorstellbaren Use Cases aus verschiedenen Industrien. Folgende Beispiele verdeutlichen dies auszugsweise:

⁷⁷ Vgl. Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef, März 2015, S. 10.

⁷⁸ Vgl. Nokia (2015): LTE-Advanced Pro – Pushing LTE capabilities towards 5G, S. 6, elektronisch verfügbar unter: <http://resources.alcatel-lucent.com/asset/200176>.

⁷⁹ Vgl. 3GPP (2015): Evolution of LTE in Release 13, elektronisch verfügbar unter: <http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1628-rel13>.

⁸⁰ Durchschnittliches Wachstum des Datenverkehrs aus Mobilfunknetzen in Deutschland von 2012 bis 2017, vgl. Dialog Consult/VATM (2017): 19. TK-Marktanalyse Deutschland 2017, S. 28, elektronisch verfügbar unter:

http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecured!&u=0&g=0&t=1517934095&hash=868d162392dcc3a56676abc684aa70ffd12a558&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2017_181017.pdf.

⁸¹ Prinzipiell unterstützt LTE Advanced auch eine Reihe von Verfahren und Technologien, die weitläufig in den Zusammenhang mit 5G gebracht werden (darunter fallen Massive MIMO und Network Slicing), jedoch ist erst mit dem Ausbau von 5G-Netzen eine breite kommerzielle Verfügbarkeit zu erwarten.

1. Smart Farming: Die Verwendung von Sensorik auf landwirtschaftlich genutzten Flächen setzt zwar nur die Übertragung geringer Datenmengen voraus, erfordert jedoch extrem energieeffiziente Sendemodule, um eine lange Batterielaufzeit zu ermöglichen.
2. Smart Mobility: Einige sicherheitskritische Anwendungen, wie z. B. die Unfallwarnung von nachfahrenden Fahrzeugen, müssen auch bei fehlender oder stark ausgelasteter Mobilfunkversorgung zur Verfügung stehen. Dies kann durch eine Direktkommunikation zwischen Fahrzeugen, die keine Mobilfunkabdeckung voraussetzt, erfolgen.
3. Industrie 4.0: Zukünftig sollen an Industriestandorten eine Vielzahl an Sensoren Daten dauerhaft energieeffizient übertragen, Augmented Reality Endgeräte große Datenmengen senden und empfangen und Roboter mit Produktionsanlagen extrem latenzarm verbunden sein.

5G soll zum einen in der Lage sein, die Einzelanforderungen zu erfüllen, d. h. es werden Batterielaufzeiten von bis zu 10 Jahren unterstützt, Direct-to-Direct (D2D) Kommunikation wird durch das sogenannte Cellular Vehicle to X (C-V2X) Feature ermöglicht und es können Signallaufzeiten von nur einer Millisekunde erreicht werden. Darüber hinaus können aber auch kontrahierende Anforderungen am selben Standort durch Network Slicing erfüllt werden. So kann an einem Mobilfunkstandort logisch getrennt ein Network Slice betrieben werden, welcher auf geringe Datenmengen und Energieeffizienz ausgelegt ist (bspw. durch weniger energiebedürftige Modulationsverfahren), und ein zweiter, welcher die latenzarme Übertragung großer Datenmengen ermöglicht.⁸²

Sowohl der bisherige Standardisierungsprozess bis zum 3GPP Release 15 als auch die für 2018 angekündigten ersten kommerziellen 5G-Netze in Südkorea, Japan und den USA fokussierten sich in erster Linie auf den Anwendungsfall der mobilen Datennutzung und des funknetzbasiereten Breitbandzugangs (FWA).⁸³ Die Fertigstellung der 5G-Standardisierung wird jedoch erst für 2020 erfolgen und geschieht vor dem Hintergrund vieler zusätzlicher Anforderungen.

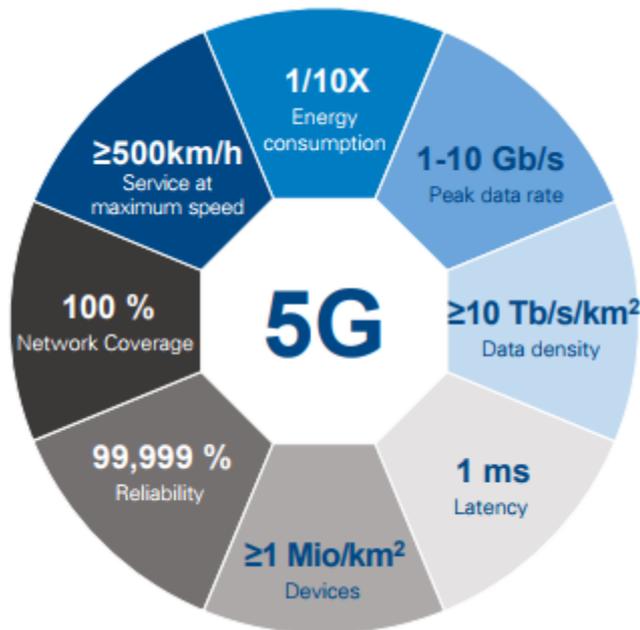
⁸² Vgl. Ericsson (2018): Scalable Network Opportunities, An economic study of 5G network slicing for IoT service deployment, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.ericsson.com/assets/local/narratives/networks/documents/scalable-network-opportunities.pdf>.

⁸³ Vgl. Scrase, A. (2017): The why, when, where, what and how of 5G Standards, IEEE 5G Seminar, Lisbon, 19 January 2017, Slide 8, elektronisch verfügbar unter:

http://www.5gsummit.org/lisbon/slides/4_4_ADRIAN_SCRASE.pdf.

Abbildung 5-1: Technische Funktionalitäten von 5G Infrastrukturen



Quelle: Arthur D. Little (2017).⁸⁴

Im Hinblick auf die Zukunft lassen sich drei generische Anwendungsbereiche identifizieren:

- Enhanced Mobile Broadband (eMBB) bedient die Nachfrage, die durch datenintensive Anwendungen bzw. Nutzungsszenarien getrieben wird. Die Anforderungen entsprechen denen der heutigen Mobilfunknutzung, gehen in ihren Bandbreiten- und Qualitätsparametern jedoch über diese hinaus.
- Massive Internet of Things (MIoT oder mMTC) setzt auf den Bereich Machine to Machine (M2M) und den bisherigen IoT-Entwicklungen auf und soll den kostengünstigen und zuverlässigen Einsatz von IoT ermöglichen und so die Adoption von IoT signifikant vorantreiben.
- 5G soll schließlich ebenfalls für sogenannte Mission Critical Services (MCS-Dienste) designet sein, so dass auch die Anforderungen von Anwendungen erfüllt werden können, bei denen auch kurzzeitige Ausfälle starke negative Auswirkungen mit sich bringen. Dazu müssen 5G-Netze zu jeder Zeit (z. B. durch Redundanzen) die störungsfreie Übertragung ermöglichen können.⁸⁵

⁸⁴ Vgl. Arthur D Little (2017): 5G deployment models are crystallizing, Opportunities for telecom operators to facilitate new business ecosystems, June 2017, S. 5, elektronisch verfügbar unter: http://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/adl_5g_deployment_models.pdf.

⁸⁵ Vgl. IHS Economics & IHS Technology (2017): The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy, January 2017, S. 12 f., elektronisch verfügbar unter: <https://www.qualcomm.com/documents/ihs-5g-economic-impact-study>.

Diese drei generischen Anwendungsbereiche bilden einen Raum, in dem sich 5G-Anwendungen befinden, die zu unterschiedlichem Grad diesen zugeordnet werden können.

5G-Netze werden im Ökosystem der Gigabitgesellschaft eine zentrale Rolle spielen und in dem von uns in den Fokus genommenen Zeitrahmen vermutlich den Marktstandard darstellen. Es ist zudem denkbar, dass aufgrund von Kostenvorteilen und technischen Spezifika auch andere funkbasierte Übertragungstechnologien bei bestimmten Anwendungsszenarien zum Einsatz kommen werden. Schließlich werden aufgrund des evolutionären Charakters der Ausbreitung neuer Mobilfunknetze auch LTE und seine Folge-technologien in gewissen Nutzungsräumen und Szenarien von gewisser Relevanz sein. Gleiches gilt für Folgetechnologien von 5G, welche sich in einer Welt der Jahre 2025+ vermutlich in der Entwicklung befinden werden.

5.3 Öffentliche Netze, Spezialnetze und private Anschlussnetze

Das Internet stellt eine offene, transparente und globale Kommunikationsinfrastruktur dar, welche sich aus vielen voneinander unabhängigen Netzen zusammensetzt. Hierbei wird inzwischen in aller Regel das Internetprotokoll (IP) eingesetzt. Dies hat Implikationen für Übertragungsqualität und Sicherheit.

IP-Netze sind nicht darauf ausgerichtet, IP-Pakete (oder Datagramme) in Gänze auf einmal zu übertragen. Stattdessen müssen überschüssige Datenpakete warten, bis entsprechende Kapazitäten vorhanden sind. Wenn mehr Datenpakete warten müssen als gespeichert werden können, werden überschüssige Datenpakete verworfen, was für zeitunkritische Anwendungen wie Mail oder Messaging keine negativen Effekte verursacht, weil das Netzwerkprotokoll sicherstellt, dass fehlende Datenpakete neu übertragen werden. Für zeitkritische Echtzeitanwendungen ist dies jedoch problematisch.⁸⁶

Auch wenn sich diese Problematik im Bereich der mobilen Datenübertragung technisch über Network Slicing lösen lässt und im Übrigen über die Definition spezialisierter Dienste innerhalb der bestehenden Netzneutralitätsregulierung⁸⁷ eine Priorisierung kritischer Dienste auch regulatorisch genehmigt ist, ist es dennoch denkbar, dass geschäftskritische gewerbliche Anwendungen in Zukunft vermehrt über private Netze erbracht werden, insbesondere auch in Abhängigkeit, in welcher Form und an wen knappe Funkfrequenzen in Zukunft vergeben werden.

⁸⁶ Vgl. Marcus, J. S.; Wernick, C. (2016): Ansätze zur Messung der Performance im Best-Effort-Internet, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 415, Bad Honnef, November 2016.

⁸⁷ Vgl. BEREC (2016): BEREC Guidelines on the Implementation by National Regulators of European Net Neutrality Rules, BoR (16) 127, 30.08.2016, elektronisch verfügbar unter: http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/regulatory_best_practices/guidelines/6160-berec-guidelines-on-the-implementation-by-national-regulators-of-european-net-neutrality-rules.

Getrieben werden entsprechende nachfrageseitige Überlegungen nicht nur durch kommerzielle Erwägungen, sondern auch durch Sicherheitsrisiken im offenen Internet. Ist ein Endgerät direkt über das Internet erreichbar, können Sicherheitslücken von jedem Ort der Welt aus ausgenutzt werden. Selbst bei einem hohen Sicherheitsniveau lassen sich Blockaden aufgrund mutwillig herbeigeführter Überlastungen durch Denial of Service (DoS) oder Distributed Denial of Service (DDoS) – Angriffe durch Botnetze – daher kaum ausschließen.⁸⁸ Heute stellen Sicherheitsbedenken eines der größten Digitalisierungshemmnisse im deutschen Mittelstand dar.⁸⁹

Vor dem Hintergrund eines Anstiegs sicherheitsrelevanter und geschäftskritischer Anwendungen ist daher davon auszugehen, dass in einer Gigabitwelt der Jahre 2025+ die Zahl geschlossener Privatnetze bei gewerblichen Nachfragern zunehmen wird. Dies ermöglicht es, sowohl in Bezug auf die Sicherheit als auch hinsichtlich der Wahl von Funktionen zur Sicherstellung der Qualität eigene Maßstäbe festzulegen und deren Einhaltung zu gewährleisten.

Während entsprechende Modelle bisher auf drahtgebundene Übertragungstechnologien beschränkt sind, besteht aus Sicht potenzieller gewerblicher Nachfrager (beispielsweise von Unternehmen mit großen Produktionsstandorten) ein starkes Interesse, dies auf den Mobilfunk mit 5G auszuweiten. Hierfür sprechen neben Sicherheitsaspekten auch Kostenargumente, welche sich durch eine Reduktion der an der Wertschöpfung beteiligten Parteien erreichen ließe. Vor diesem Hintergrund ist auch die Forderung des ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. im Positionspapier „5G im industriellen Einsatz“ zu sehen, die Voraussetzungen für den Betrieb „privater“ 5G-Netzwerke ohne zwingende Einbindung von Mobilfunk Providern zu schaffen.⁹⁰

5.4 Netzabdeckung und Leistungsfähigkeit

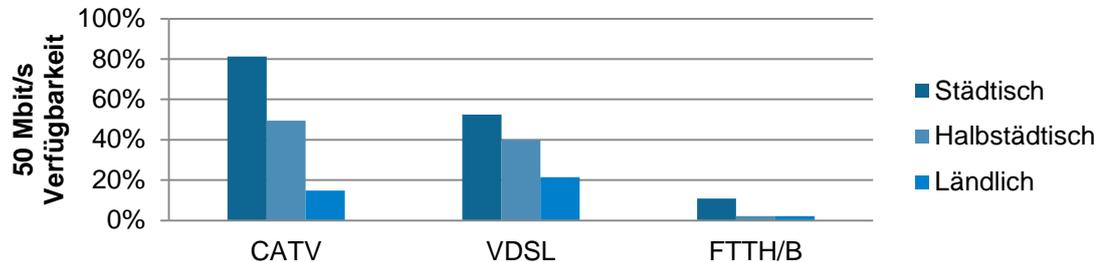
Die heutige Netzinfrastruktur in Deutschland ist durch eine ausgeprägte Heterogenität gekennzeichnet. Insbesondere fällt das Gefälle zwischen urbanen und ländlich geprägten Besiedlungsstrukturen ins Auge. Diese weisen technologieübergreifend starke Verfügbarkeitsunterschiede auf.

⁸⁸ Vgl. ausführlicher <https://www.computerwoche.de/a/so-funktionieren-ddos-angriffe,3329263>.

⁸⁹ In einer Umfrage des ZEW zum Stand der Digitalisierung in Deutschland gaben 62% der Befragten Datenschutz bzw. Datensicherheit als Grund an, welcher den Einsatz digitaler Technologien erschwert. Vgl. Saam, M.; Viete, S.; Schiel, S. (2016): Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen, Forschungsprojekt im Auftrag der KfW Bankengruppe, KfW Bankengruppe, Mannheim, 18. August 2016, S. 52, elektronisch verfügbar unter: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/Digitalisierung-im-Mittelstand.pdf>.

⁹⁰ Vgl. ZVEI (2016): Positionspapier: 5G im industriellen Einsatz, elektronisch verfügbar unter: https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/November/5G_im_industriellen_Einsatz/5G-im-industriellen-Einsatz-Positionspapier.pdf.

Abbildung 5-2: 50 Mbit/s Verfügbarkeit nach Besiedlungsstruktur und Technologie (Stand Ende 2016)



Quelle: WIK basierend auf Daten des TÜV Rheinland (2016).⁹¹

Auch mit dem Bedeutungsverlust der Kupferinfrastruktur in der Gigabitwelt 2025+ ist nicht zu erwarten, dass sich die Wettbewerbsstrukturen flächendeckend homogen entwickeln werden. Zunächst werden die Infrastrukturen der Jahre 2025+ auf den heute vorhandenen Infrastrukturen aufsetzen. Diese werden mit denen in der Übergangsphase zur Gigabitwelt 2025+ neu errichteten Infrastrukturen im Wettbewerb stehen. Paralleler Infrastrukturausbau kann durch eine steigende Nachfrage und wachsende Zahlungsbereitschaften befördert werden. Schließlich dürfte das Substitutionspotenzial mobiler Übertragungstechnologien für viele Anwendungen zunehmen.

Die unserer Studie zugrunde liegende Prämisse, dass die Infrastrukturen mit Blick auf die Anwendungen in einer Gigabitgesellschaft keinen Engpassfaktor darstellen werden, ist daher nicht mit der Erwartung einer homogenen deutschlandweiten Infrastrukturlandschaft gleichzusetzen. Hinzu kommt, dass in unterschiedlichen Strukturräumen andere Anwendungen von Relevanz sein werden, welche wiederum andere Anforderungen in kapazitativer und qualitativer Hinsicht stellen werden.⁹²

Wie wir in der Studie „Gigabitnetze für Deutschland“ ausführlich dargelegt haben, gehen wir davon aus, dass in Deutschland ein Ausbau von FTTH/H-Netzen parallel zu den Netzinfrastrukturen der Kabelnetzbetreiber zu erwarten ist.⁹³ Dies liegt einerseits daran,

⁹¹ Vgl. TÜV Rheinland (2016): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Teil 1: Ergebnisse. Stand Ende 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

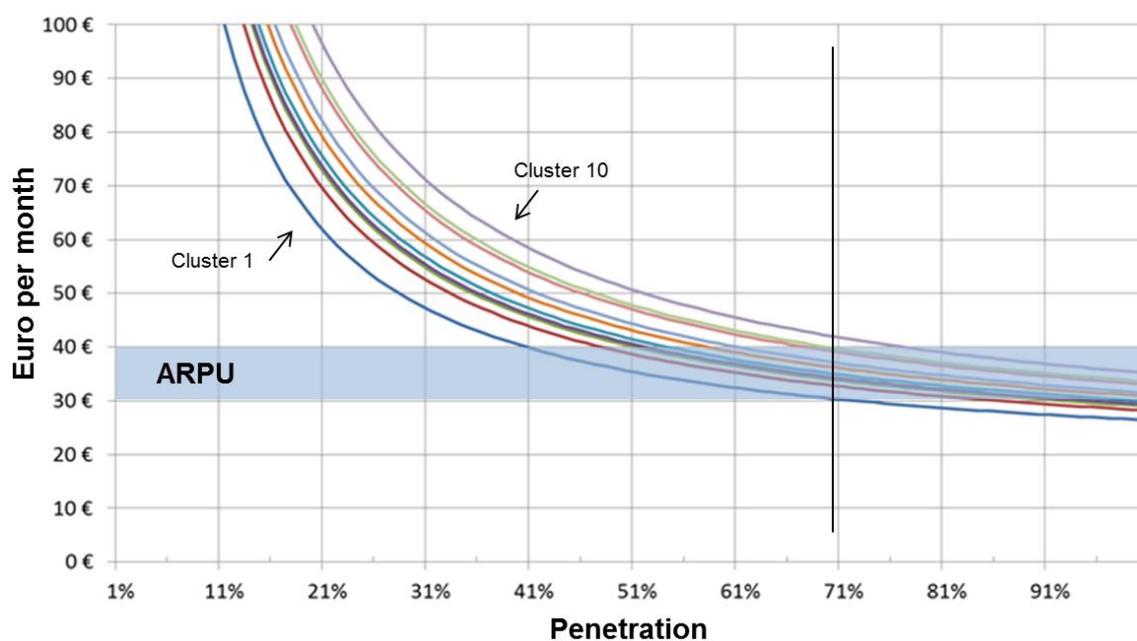
⁹² Als mögliche Strukturräume können beispielsweise in Anlehnung an Fraunhofer Fokus Wohngebiete, Industrie und Gewerbe, öffentliche Einrichtungen und Bildungseinrichtungen, Mobilitätstrassen und spezielle Orte wie Flughäfen, Fußballstadien oder Messen unterschieden werden. Vgl. Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

⁹³ Vgl. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. M. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, WIK-Studie im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf.

dass eine freiwillige Öffnung der Kabelnetzbetreiber für dritte Anbieter in Deutschland aus heutiger Sicht eher unwahrscheinlich erscheint⁹⁴ und zum anderen Telekommunikationsanbieter unter dem Wettbewerbsdruck stehen, vergleichbare Bandbreiten anbieten zu müssen. Dies wird ohne eine Glasfaserverlegung bis in die Gebäude über Telekommunikationsnetze spätestens ab dem Upgrade auf DOCSIS 3.1 nicht mehr möglich sein.

Aus heutiger Sicht ist ein flächendeckender paralleler Ausbau mehrerer komplett unabhängiger FTTB/H-Infrastrukturen unwahrscheinlich, da aufgrund der Ökonomie des Glasfaserausbaus, welche als die drei wesentlichen Treiber die Bevölkerungsdichte, den durchschnittlichen Umsatz pro Teilnehmer sowie die Penetrationsrate aufweist, dieser zumindest auf Basis heute realisierbarer Zahlungsbereitschaften nur in äußerst dicht besiedelten Regionen betriebswirtschaftlich darstellbar ist (vgl. Abbildung 5-3).

Abbildung 5-3: Gesamtkosten pro Kunde und Monat in Abhängigkeit von der Penetration beim FTTH/P2P-Ausbau



Quelle: Plückebaum (2014).⁹⁵

⁹⁴ In einem Szenario, in dem die Kabelnetzbetreiber ihre Netzinfrastrukturen für Dritte öffnen, wäre es denkbar, dass letztere in den entsprechenden Regionen keine eigenen FTTH-Ausbauten tätigen und stattdessen auf Vorleistungsprodukte der Kabelnetzbetreiber zurückgreifen

⁹⁵ Vgl. 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.

Gleichwohl könnte sich die Zahl eigenwirtschaftlich parallel erschließbarer Cluster in den kommenden Jahren vergrößern. Zum einen bleibt abzuwarten, wie sich in einer mittelfristigen Perspektive die Zahlungsbereitschaften entwickeln werden, was zu Verschiebungen in der Zahl profitabel erschließbarer Cluster führen kann. Zum anderen wird die Wahrscheinlichkeit des Ausbaus paralleler hochleistungsfähiger Netzinfrastrukturen stark davon abhängen, ob während deren Aufbauphase effektive Zugangsmöglichkeiten zu passiven Infrastrukturen geschaffen werden. Hierbei werden anbieterstrategische und technologische, aber auch rechtliche und regulatorische Entscheidungen in der Übergangszeit hin zur Gigabitgesellschaft 2025+ eine Rolle spielen. Insbesondere erscheint in diesem Kontext der Erfolg des Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DiGiNetzG) von Relevanz.

Neben gesetzlich und/oder regulatorisch auferlegten Zugängen haben jedoch auch unternehmensstrategische Entscheidungen Einfluss auf diese Frage. Vor dem Hintergrund der Ökonomie des Glasfaserausbau weisen kooperative Ansätze ökonomische Vorteile auf, weil dadurch ein schnellerer Break-Even der Infrastrukturinvestitionen erreicht werden kann.⁹⁶ Diese können je nach Ausgestaltung auch den Aufbau weiterer paralleler Infrastrukturen befördern.⁹⁷ So ist die Entbündelung beim Ausbau mit P2P-Technologie im Gegensatz zum Ausbau mit GPON kostengünstiger realisierbar, was einen weitreichenden Infrastrukturwettbewerb im Bereich des FTTB/H-Ausbau potenziell erleichtert. Neben der geschilderten technischen Überlegenheit von P2P gegenüber GPON stellt dies ein weiteres Argument für den Einsatz dieser Technologie insbesondere in kooperativen Modellen des Glasfaserausbau (z. B. Wholesale-only oder Co-Invest) dar, wenn von vornherein die Absicht besteht, die Netzinfrastruktur freiwillig mit Dritten zu teilen.

Aus heutiger Sicht offen ist schließlich, ob in einer Gigabitgesellschaft 2025+ Funk- und Festnetze weiterhin einen überwiegend komplementären Charakter aufweisen oder sich Funknetze in Richtung vollwertiger Substitute entwickeln werden.

⁹⁶ Vgl. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C. unter Mitwirkung von Holznagel, B. (2017): Ansätze zur Glasfaser-Erschließung unterversorgter Gebiete, WIK-Studie im Auftrag des DIHK, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <https://www.dihk.de/wik-studie-2017>.

⁹⁷ In europäischen Mitgliedsstaaten wie Spanien, Frankreich oder Portugal finden sich sowohl Beispiele für Kooperationen beim Glasfaserausbau, die auf einem sehr tiefen Wertschöpfungs niveau (passive Layer) ansetzen, als auch solche, wo sich die kooperierenden Unternehmen gegenseitig einen Bitstromzugang zur Verfügung stellen.

6 Das Ökosystem der Gigabitwelt der Jahre 2025+

Die vorangegangenen Ausführungen haben zentrale Entwicklungen in den Bereichen Infrastruktur, Dienstangebot und Nachfrage skizziert. In jedem dieser Bereiche gibt es eine Vielzahl von Einflussfaktoren, die teilweise starke Wechselwirkungen aufweisen. So bestehen z. B. insbesondere zwischen der Vielfalt des Dienstangebots und der Intensität der Nutzung interdependente Beziehungen.

Mit Blick auf die Gigabitwelt werden bisweilen extreme Zukunftsentwürfe skizziert, deren Eintrittswahrscheinlichkeit aus heutiger Sicht nur schwierig zu bewerten ist. So werden z. B. die Erwartungen formuliert, dass alle Unternehmen nur noch durch intelligente Bots mit ihren Kunden sprechen, Polizisten künftig zumeist auf Basis der Vorhersagen Künstlicher Intelligenzen agieren und im Jahr 2050 alle Politiker durch Künstliche Intelligenzen ersetzt sein werden, Blockchain unsere Vorstellung von Nationalstaaten auflösen könnte oder in der „Connected City“ der Zukunft Künstliche Intelligenzen ihre eigene Parallel-Ökonomie errichten.⁹⁸

Auch wenn solche Zukunftsentwürfe im Folgenden von uns nicht näher thematisiert werden, weisen sie auf das disruptive Potenzial hin, welches der Digitalisierung innewohnt. Dieses führt auch dazu, dass grundsätzliche Themen des menschlichen Zusammenlebens, der Organisation von Staat und Gesellschaft und des Verhältnisses von Mensch und Maschine behandelt und hinterfragt werden müssen.

Da unser Fokus auf der Frage liegt, ob auch in der Gigabitwelt 2025+ Zugangsmöglichkeiten zu Netzinfrastrukturen regulatorisch geregelt werden müssen und ob vor dem Hintergrund des Bedeutungszuwachses der Relevanz dieser Infrastrukturen die Anforderung besteht, Themen wie Qualität und Sicherheit unter eine stärkere staatliche Kontrolle zu stellen, streifen wir diese eher philosophischen Fragen nur am Rande.

In unserer Betrachtung des Ökosystems setzen wir vielmehr an den in Kapitel 4 skizzierten Megatrends an. Wir unterscheiden hierbei zwischen zentralen Annahmen sowie zwischen exogenen und endogenen Einflussfaktoren. Die Ausgestaltung der Einflussfaktoren und ihre Wechselwirkungen bilden den Ausgangspunkt für die Szenarien in Kapitel 7.

6.1 Einflussfaktoren für die Entwicklung der Gigabitwelt

Die Modellierung unterschiedlicher Szenarien für eine Gigabitwelt der Jahre 2025+ erfolgt im Rahmen unserer Analyse im Kern entlang der Dimensionen Infrastruktur, Dienstangebot und Nachfrage.

⁹⁸ Vgl. Thesen der Speaker in der Ankündigung des 17. 2b AHEAD Zukunftskongress 2018 (19.-20.Juni 2018), elektronisch verfügbar unter: <https://www.zukunft.business/institut/news/artikel/wie-viel-mensch-vertraegt-die-zukunft-speakerliste-des-17-2b-ahead-zukunftskongress-veroeffent/>.

Diese Aspekte werden als endogene Faktoren betrachtet, die im Rahmen der Szenariobildung variiert werden. Neben diesen drei Kerndimensionen stellen die Rolle der öffentlichen Hand, die Ausgestaltung von Geschäftsmodellen, Kapitalmarkt und Finanzierung, die Zahlungsbereitschaft gewerblicher und privater Nachfrager sowie sozio-ökonomische und technologische Entwicklungen wichtige Parameter für das Ökosystem in einer Gigabitwelt der Jahre 2025+ dar (vgl. .

Abbildung 6-1). Hierbei setzen wir auf früheren Arbeiten von uns zum Ökosystem des FTTB/H-Ausbaus auf,⁹⁹ wobei sich in einer Gigabitwelt der Jahre 2025+ natürlich deutliche Veränderungen zum heutigen Status quo ergeben, insbesondere, da das Thema des Ausbaus neuer Netze im „Steady State“ an Relevanz verliert. Hinzu kommt, dass mit Blick auf die Szenariobildung hierbei Wirkungszusammenhänge, Abhängigkeiten und Prämissen identifiziert werden müssen.

Die öffentliche Hand wirkt in vielfältiger Art und Weise auf die Rahmenbedingungen ein, unter denen Anbieter und Nachfrager operieren. Dies umfasst die Definition politischer Zielsetzungen (beispielsweise mit Blick auf Verfügbarkeit oder Nutzung), das Aufsetzen von Förderprogrammen sowie die Festlegung der institutionellen Rahmenbedingungen bis hin zur Entscheidungspraxis von öffentlichen Behörden wie der Bundesnetzagentur oder dem Bundeskartellamt. So können z. B. Förderprogramme Investitionen in bestimmte Ausbautechnologien lenken, Netzneutralitätsregelungen die Markteintrittsbarrieren für Diensteanbieter beeinflussen und Zugangs- und Entgeltregulierungen die Intensität des TK-Diensteanbieter-Wettbewerbs prägen. Darüber hinaus ist die öffentliche Hand jedoch auch ein wichtiger Nachfrager von digitalen Anwendungen, beispielsweise in den Bereichen E-Government, E-Health oder Bildungsangebote. Insofern hängt der Grad der digitalen Transformation auch in wesentlichem Umfang von einer (proaktiven) Rolle der öffentlichen Hand ab.

Eng verbunden mit den Aktivitäten der öffentlichen Hand ist durch die Definition der rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen die Entwicklung der anbieterseitigen Geschäftsmodelle. Hierbei handelt es sich um eine wechselseitige Beziehung, da die öffentliche Hand einerseits bei verbraucher- oder wettbewerbskritischen Geschäftsmodellen einschreiten kann, diese aber andererseits durch die Schaffung eines Marktzugangs auch erst ermöglicht. Gerade mit Blick auf die Jahre 2025+ und die Vielzahl der Möglichkeiten, die mit der Intelligenten Vernetzung und dem Internet der Dinge einhergehen, sind mögliche Geschäfts- und Erlösmodelle nur bedingt antizipierbar. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass deren Entwicklung in hohem Umfang von der Existenz von Markteintrittsbarrieren und Bottlenecks sowie von der Regelung nicht-wettbewerblicher Verbraucherschutzthemen abhängig sein dürfte.

⁹⁹ Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, WIK-Studie im Auftrag des BREKO, Mai 2016, elektronisch verfügbar unter: [http://www.brekoverband.de/fileadmin/user_upload/Studien_Gutachten/WIK-Studie - Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf](http://www.brekoverband.de/fileadmin/user_upload/Studien_Gutachten/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf).

Verknüpft mit Geschäfts- und Erlösmodellen ist das Thema der Zahlungsbereitschaft. Es herrscht weitgehende Einigkeit darüber, dass die (im internationalen Vergleich) relativ geringe Zahlungsbereitschaft von privaten und gewerblichen Endkunden heute ein Hemmnis für den Aufbau leistungsfähiger FTTH-Netzinfrastrukturen darstellt.¹⁰⁰ Gleichwohl ist davon auszugehen, dass attraktive Inhalte und Anwendungen tendenziell eine Steigerung der Zahlungsbereitschaft bewirken sollten, so dass diese nicht als Showstopper fungieren sollte. Alternative Erlösmodelle, wie sie durch OTTs mit der Monetarisierung von Daten im Gegenzug für eine kostenfreie Dienstebereitstellung umgesetzt werden,¹⁰¹ spielen für Telekommunikationsanbieter bisher auch aufgrund regulatorischer Gründe keine große Rolle, was sich in Zukunft aber ändern könnte. Sicherlich ist davon auszugehen, dass große Netzbetreiber versuchen werden, ihre Wertschöpfungskette zu verlängern. Vor allem im gewerblichen Bereich sind entsprechende Initiativen denkbar, z. B. mit Blick auf Smart Car, Smart Energy, Smart Home und spezielle Edge Computing oder Cloud Lösungen. Gleichwohl könnte der Aspekt der Datensicherheit und Datenhoheit für gewerbliche Nachfrager auch ein Argument für den Aufbau geschlossener Netze darstellen.

Auch mit Blick auf sozioökonomische Entwicklungen bestehen wechselseitige Beziehungen mit Blick auf die digitale Transformation. Einerseits bietet die Digitalisierung die Möglichkeit, die Daseinsvorsorge und Teilhabe auch in abgelegenen Gebieten sicherzustellen¹⁰² und neue Angebote und Dienste in diesem Kontext aufzusetzen. Andererseits besteht jedoch die Herausforderung, Wirtschaft und Gesellschaft im Rahmen des digitalen Transformationsprozesses in ausreichendem Maße abzuholen und Lösungsansätze für die Bereiche der Lebens- und Wirtschaftswelt, welche offensichtlich negativ von der Digitalisierung beeinflusst werden, zu entwickeln. Hinzu kommen auch Verschiebungen in der Demographie und Bevölkerungszusammensetzung, beispielsweise durch Migration, die Einfluss auf den Digitalisierungsgrad haben werden.

Kapitalmarkt und Finanzierung spielen in Anbetracht der heute erforderlichen Investitionen für die Infrastrukturen der Gigabitgesellschaft eine wichtige Rolle. Auch wenn wir davon ausgehen, dass diese Netzinfrastrukturen in den Jahren 2025+ zur Verfügung stehen, werden sie gleichwohl auch in der Gigabitgesellschaft weiterhin von Relevanz sein, da die Nutzung digitaler Dienste und des entsprechenden Equipments mit Anschaffungs- und Ersatzkosten sowie laufenden Kosten in beträchtlicher Höhe verbun-

¹⁰⁰ Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

¹⁰¹ Vgl. Hildebrandt, C.; Arnold, R. (2016): Big Data und OTT-Geschäftsmodelle sowie daraus resultierende Wettbewerbsprobleme und Herausforderungen bei Datenschutz und Verbraucherschutz, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 414, Bad Honnef, November 2016; Arnold, R.; Hildebrandt, C.; Waldburger, M. (2016): Der Markt für Over-The-Top Dienste in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 409, Bad Honnef, Juni 2016.

¹⁰² Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, WIK-Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, elektronisch verfügbar unter: http://www.wikconsult.com/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf

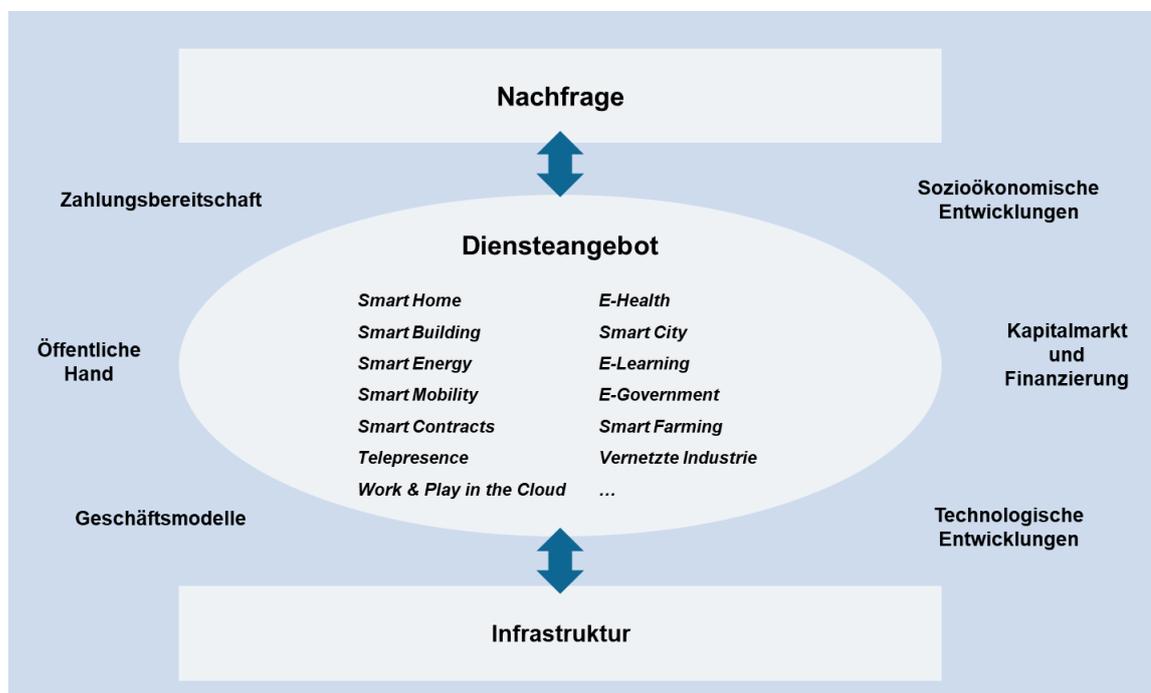
den sind, weswegen der Zugang zu Kapital eine relevante Facette im Ökosystem der Gigabitwelt darstellt. Darüber hinaus wird es trotz des „Steady State“ bei der Glasfaser-versorgung als Basisinfrastruktur weiterhin Innovationen auf Ebene des Endkunden-zugangs und der Endgeräte geben, die anbieterseitige Investitionen erfordern.

Als letzter Parameter spielen auch technologische Entwicklungen eine relevante Rolle. Diese bergen einerseits das Potenzial, über Weiterentwicklungen bestehender Techno-logien die Investitionen zu senken, bringen andererseits aber auch ein Disruptionspo-tenzial mit sich, wenn Innovationen bestehende Technologien infrage stellen. Schließ-lich könnten sich auch Fragen bzgl. des Energieaufwands und der Energieeffizienz stel-len, welche in dieser Studie jedoch nicht thematisiert werden.

6.2 Ökosystem der Gigabitwelt und zentrale Annahmen

Abbildung 6-1 führt die exogenen Variablen mit den in den vorangegangenen Kapiteln diskutierten Kerndimensionen Angebot, Nachfrage und Infrastruktur zu einem Ökosys-tem zusammen.

Abbildung 6-1: Ökosystem der Gigabitwelt 2025+



Quelle: WIK.

In der Gigabitwelt der Jahre 2025+ sind Infrastruktur und Angebot nicht gleichzusetzen. Vielmehr fungiert die Infrastruktur als Teil eines breit angelegten digitalen Wertschöpfungssystems (vgl. Abbildung 2-3).

Basierend auf den vorangegangenen Ausführungen und zur späteren Abgrenzung idealtypischer Szenarien wird in der vorliegenden Studie unterschieden zwischen Einflussfaktoren, deren Entwicklung als zentrale Annahme vorab definiert wird, und solchen, für die verschiedene Ausprägungsmöglichkeiten in den Blick genommen werden.

Zu den zentralen Annahmen der Studie, die eine Variation bestimmter Einflussfaktoren ausschließen und bestimmte Zusammenhänge zwischen Faktoren postulieren, gehören die folgenden:

- Es besteht/bestehen eine/mehrere flächendeckende Gigabitinfrastruktur/en, die keinen Engpass für die digitale Transformation darstellt/darstellen.
- Die dieser Gigabitinfrastruktur zugrunde liegende/n Glasfaserinfrastruktur/en bildet/bilden eine wesentliche infrastrukturelle Grundlage. Auf ihr/ihnen setzt/setzen Mobilfunk- und Festnetzinfrastrukturen auf.
- Wir gehen von keiner technischen Disruption aus, d. h. wir erwarten nicht, dass innerhalb der kommenden zehn Jahre eine andere Technologie die Glasfaser als Kerninfrastruktur ersetzen wird. Gleichwohl ist es denkbar, dass insbesondere in der Kommunikation zwischen Endgeräten auch andere als die hier im Detail betrachteten Technologien eine Rolle spielen können.
- Von den zunehmenden Möglichkeiten softwarebasierter Anwendungen zur Virtualisierung von Netzinfrastrukturen ist von einer Belebung der Angebotsseite auszugehen.
- Dienstangebot und Nachfrage bedingen sich wechselseitig. So stimuliert z. B. ein vielfältiges Dienstangebot die Nachfrage ebenso, wie eine geringe Nachfrage das Entstehen vielfältiger Dienste negativ beeinflusst.
- Die Rolle der öffentlichen Hand bedingt zwei Bereiche. Zum einen liegt die Gestaltung der rechtlichen, wettbewerblichen und regulatorischen Rahmenbedingungen in ihren Händen. Hier wird davon ausgegangen, dass kein disruptiver Wandel stattfindet (z. B. eine weitreichende Verstaatlichung von Telekommunikationsunternehmen und Teilen der Industrie). Zum anderen spielt die öffentliche Hand auch eine wichtige Rolle mit Blick auf die Nachfrage nach digitalen Diensten, z. B. mit Blick auf E-Government, E-Health oder E-Learning. Hier wird davon ausgegangen, dass die öffentliche Hand die digitale Transformation aktiv begleitet und keinen hemmenden Faktor darstellt.
- In Anbetracht der Relevanz der Digitalisierung und der inhärenten ökonomischen Potenziale, die hiermit verbunden sind, unterstellen wir, dass Kapitalmarkt und Finanzierung keine limitierenden Faktoren darstellen.

- Sozioökonomische Entwicklungen und die Entwicklung der Zahlungsbereitschaft stellen auf der Nachfrageseite kein Hemmnis für die Adoption digitaler Dienste und damit die nachfrageseitige Transformation hin zu einer Gigabitgesellschaft dar.

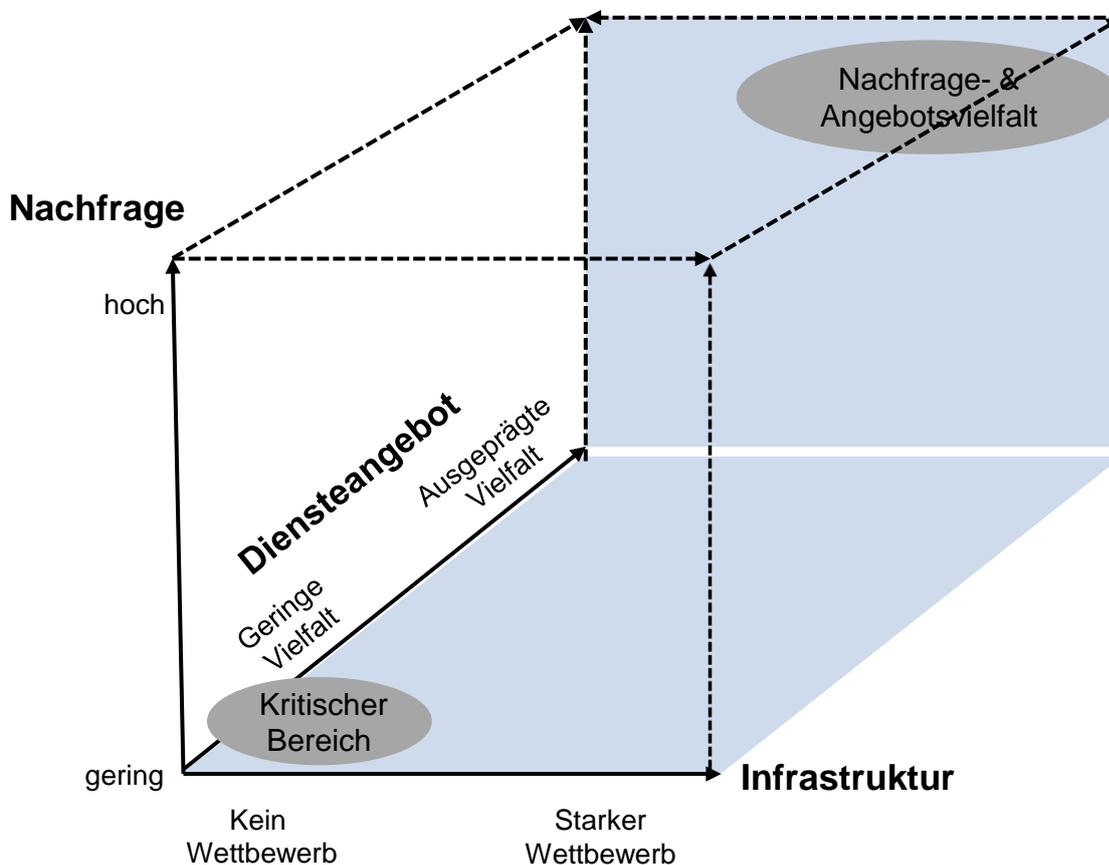
Im Gegensatz zu diesen fixen Faktoren werden in den drei Kerndimensionen die folgenden unterschiedlichen Ausprägungsmöglichkeiten berücksichtigt:

- Im **Infrastrukturbereich** kann die Intensität des Wettbewerbs zukünftig sowohl schwach als auch stark ausgeprägt sein. Dies hängt unter anderem davon ab, ob Mobilfunk- und Festnetzprodukte eher Substitut- oder Komplementcharakter aufweisen werden. Ein weiterer Aspekt, der für den Infrastrukturbereich relevant sein wird, besteht in den Geschäftsmodellen der Infrastrukturbetreiber. Hier können sich Unterschiede für die Marktmodelle ergeben, wenn diese in hohem Maße auf der gemeinsamen Nutzung von passiver oder aktiver Technik aufsetzen, sei es über Wholesale-only Ansätze oder Kooperationsmodelle (z. B. Ko-Invest). Auch technologische Entwicklungen können ebenso wie die Entscheidung für bestimmte Übertragungstechnologien Einfluss auf Markteintrittsbarrieren und damit die Entwicklung im Infrastrukturbereich haben. Schließlich wird mit Blick auf die Wettbewerbsintensität im Infrastrukturbereich auch relevant sein, in welchem Umfang es in der Übergangszeit hin zur Gigabitwelt 2025+ zu weiteren Konzentrationstendenzen kommt.
- Für das **Dienstangebot** gibt es ebenfalls verschiedene Ausprägungsmöglichkeiten. Zum einen sind alternative Entwicklungsrichtungen im Bereich des TK-Diensteanbieter-Wettbewerbs denkbar, die von den Markteintrittsbarrieren und damit insbesondere dem Zugang zu Vorleistungsprodukten abhängen. In Bezug auf das Angebot an digitalen Diensten und Anwendungen ist ein variierender Grad an Dienstvielfalt denkbar. Auch das Niveau an Differenzierung und Innovation der angebotenen Dienste kann verschieden ausgeprägt sein. Ein weiterer Aspekt ist die Rolle unterschiedlicher Anbieter im Markt in Bezug auf deren Größe und strategische Ausrichtung. Hier sind insbesondere auch verschiedene Ausprägungen der Marktposition von global agierenden OTTs zu bedenken. In diesem Zusammenhang ist auch denkbar, dass diese eine „Countervailing Market Power“ gegenüber den Infrastrukturbetreibern ausüben.
- Des Weiteren kann die **Nutzung** der digitalen Angebote zukünftig variieren. Hier sind vor allem die Digitalisierungskompetenz von Haushalten und Unternehmen, die Art und der Umfang der genutzten Dienste ebenso wie die Intensität der Nutzung dafür ausschlaggebend, welcher Digitalisierungsgrad als zusammenfassender Indikator erreicht wird. In Bezug auf Unternehmen ist von Relevanz, für welche Einsatzfelder sie digitale Dienste einsetzen und ob sie über die Optimierung bestehender Prozesse hinaus auch neue Geschäftsmodelle entwickeln und digitale Wertschöpfungspotenziale nutzen. Auch die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager kann in unterschiedlicher Weise ausgeprägt sein. Dabei beste-

hen im Hinblick auf die Nachfrage – wie bereits als zentrale Annahme definiert – starke Wechselwirkungen mit dem vorhandenen Dienstangebot. Nicht zuletzt wird die digitale Transformation auch davon bestimmt, inwieweit nachfrageseitig Sicherheitsbedenken, Verbraucherschutzthemen und mangelndes Vertrauen in die angebotenen Dienste ein Nutzungshemmnis bilden.

Zudem gibt es verschiedene Kombinationsmöglichkeiten für die unterschiedlichen Ausprägungsmöglichkeiten von Infrastruktur, Dienstangebot und Nutzung. Abbildung 6-2 verdeutlicht die Dimensionen des Szenarienraums für die Gigabitwelt 2025+, in den eine Vielzahl an theoretisch denkbaren Konstellationen eingeordnet werden kann.

Abbildung 6-2: Dimensionen des Szenarienraums für die Gigabitwelt 2025+



Quelle: WIK.

6.3 Sachliche und regionale Marktabgrenzung im Kontext der Szenario-bildung

Die Entwicklung verschiedener Szenarien im Rahmen des Gesamtprojekts dient dem Ziel, unterschiedliche Ausprägungsformen einer zukünftigen Welt zu identifizieren, um hieraus potenzielle Herausforderungen und Eingriffserfordernisse ableiten zu können. Um eine Brücke zwischen den Szenarien und der Analyse möglicher wettbewerblicher und nicht-wettbewerblicher Herausforderungen und ggf. Eingriffserfordernissen zu schlagen, ist es erforderlich, einige Grundannahmen zu treffen. Dies betrifft insbesondere die sachliche und geographische Abgrenzung der Märkte im Rahmen der Szenarioanalyse.

Wie wir geschildert haben, gehen wir davon aus, dass Mobilfunk und Festnetz in der Gigabitgesellschaft konvergieren werden. Neuartige Anwendungen werden – wie wir es heute bereits vom Mobile-Offloading zwischen WLAN- und Mobilfunknetzen kennen – in Zukunft noch stärker als bisher je nach konkreter Anforderung und Nutzung zwischen verschiedenen Netzwerken hin- und herwechseln. Unser Set-up bietet die Möglichkeit, Breitband- und Mobilfunkmärkte sowohl als getrennte Märkte mit Blick auf die Gigabitwelt als auch als einen einheitlichen Markt zu analysieren. Auch wenn aus heutiger Sicht manches dafür spricht, dass der Mobilfunk auch auf Basis von 5G und Folgetechnologien kein völliges Substitut für das Festnetz darstellen wird, ist dies gleichwohl nicht sicher. Zugleich gibt es große strukturelle Unterschiede zwischen beiden Märkten, die die unterschiedliche regulatorische Behandlung in der heutigen Welt begründen, beispielsweise mit Blick auf die Anbieterzahl (3 flächendeckende nationale unabhängige Netzinfrastrukturen vs. 1 flächendeckende Infrastruktur und mehrere regionale Anbieter), die Art der Bottlenecks (Frequenzen vs. Netzzugang) sowie als Folge die Wettbewerbsintensität der Märkte. Gleichwohl könnte es vor dem Hintergrund eines Betrachtungshorizonts von mindestens sieben Jahren bis zum „Steady State“ zu einer veränderten Wahrnehmung (auch aus Konsumentensicht) kommen.

Neben der sachlichen Abgrenzung gilt es, auch die regionale Abgrenzung zu betrachten. In dieser Hinsicht ergibt sich eine gewisse Komplexität daraus, dass der Infrastrukturwettbewerb und zu einem möglicherweise geringeren Grad auch das Dienstangebot und die Nachfrage regional voneinander abweichen können. Diese Grundproblematik ist an sich nicht neu. Bereits heute ist im Rahmen der SMP-Regulierung durch die nationalen Regulierer zu untersuchen, ob sich die Markt- und Wettbewerbssituation auf einem bestimmten Markt in einem Ausmaß unterscheiden, dass regional unterschiedliche Märkte abgegrenzt werden müssen.

Auch wenn entsprechende Verfahren somit als etabliert betrachtet werden können und diese bei einer korrekten Anwendung zudem als sachgerecht zu beurteilen sind, erscheinen sie aus Gründen der Effizienz und Angemessenheit, der Komplexität, der Planungssicherheit der Unternehmen und nicht zuletzt auch aufgrund des Aufwands, der mit einer Identifikation von regionalen Märkten aufseiten der Regulierung einhergeht, für

eine Gigabitwelt nicht unbedingt als erstrebenswert. Stattdessen erscheint mit Blick auf die Gigabitwelt 2025+ eine Umkehr der Beweislast vorstellbar, welche ein Einschreiten von Regulierungsbehörden auf Fälle von Marktversagen beschränkt (vgl. Kapitel 8).

Vor diesem Hintergrund muss im Rahmen der wettbewerblichen und nicht-wettbewerblichen Diskussion der zu identifizierenden Szenarien auch untersucht werden, welche Migrationsbewegungen zwischen den Szenarien denkbar sind sowie welche Implikationen sich hieraus für den Wettbewerb und damit auch für den Einsatz möglicher Abhilfemaßnahmen ergeben.

7 Szenarien der Gigabitwelt 2025+

Für die Szenarienbildung wird die Anzahl der theoretisch denkbaren Zukunftsentwürfe auf eine begründbare Auswahl reduziert. Es werden 4 Szenarien definiert, die einerseits möglichst trennscharf voneinander abgrenzbar sein und andererseits relevante mögliche Abbilder einer Gigabitwelt 2025+ darstellen sollen. Als die drei Ausprägungsdimensionen werden die Intensität des Wettbewerbs auf der Infrastrukturebene, die Ausprägung der Angebotsvielfalt sowie die Intensität der Nachfrage betrachtet. Für die Abgrenzung möglicher Szenarien wird zudem angenommen, dass generell mit einer Steigerung der Dienstvielfalt und Nutzung zu rechnen ist, die sich tendenziell bereits abzeichnet und auch aufgrund von Entwicklungen in weiter fortgeschrittenen Ländern zu erwarten ist.

Bei der Auswahl der Szenarien spielt zudem die erwartete Wechselwirkung zwischen Angebot und Nachfrage eine Rolle. Wir vertreten hier die Auffassung, dass ein starker Zusammenhang zwischen Angebotsvielfalt und intensiver Nachfrage besteht und daher Szenarien, die stark unterschiedliche Ausprägungen in diesen beiden Facetten aufweisen, unwahrscheinlich sind. Konkret bedeutet dies, dass aus unserer Sicht eine Kombination aus intensiver Nachfrage und geringer Angebotsvielfalt neue Wettbewerber in den Markt „ziehen“ dürfte, was eine Stärkung der Angebotsvielfalt bewirken sollte. Vice versa gehen wir davon aus, dass eine ausgeprägte Angebotsvielfalt über kurz oder lang auch eine Stärkung der Nachfrage mit sich bringen sollte.

Im Infrastrukturbereich sind aus unserer Sicht sehr unterschiedliche Entwicklungsrichtungen denkbar. Entsprechend bilden wir sowohl Szenarien mit einem (in Anbetracht der Ökonomie des Glasfaserausbaus wahrscheinlichen) gering ausgeprägten Infrastrukturwettbewerb (Szenarien 2, 3 und 4) als auch eines mit ausgeprägtem Infrastrukturwettbewerb (Szenario 1) ab.

Wir unterstellen, dass sich unter günstigen Wettbewerbsbedingungen ein Szenario der digitalen Transformation herausbilden kann, das durch eine starke Nachfrage und intensiven Infrastruktur- und Dienstewettbewerb gekennzeichnet ist (**Szenario 1**).

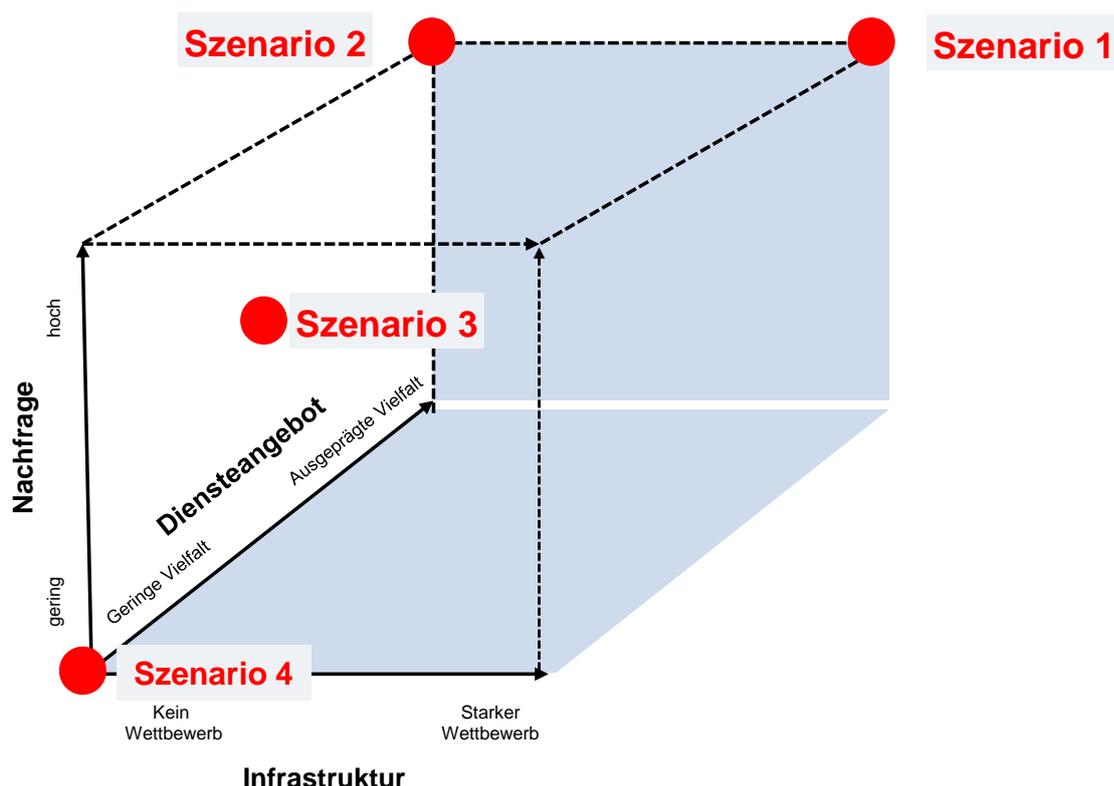
Die Existenz von Infrastrukturwettbewerb muss in einer Gigabitwelt jedoch keine zwangsläufige Voraussetzung für Angebots- und Dienstvielfalt sein. Daher wird ein Szenario einbezogen, in dem sich Angebotsvielfalt entwickelt hat, obwohl nur ein eingeschränkter Wettbewerb auf der Infrastrukturebene stattfindet (**Szenario 2**).

Demgegenüber wird ein weiteres Szenario abgegrenzt, das bei eingeschränktem Infrastrukturwettbewerb auch einen deutlich geringer ausgeprägten Dienstewettbewerb aufweist (**Szenario 3**). Hier ist dann infolge einer geringeren Angebotsvielfalt auch eine geringere Nachfrage vorhanden. Eine digitale Transformation wird somit nur teilweise erreicht.

Abschließend wird als Gegenentwurf ein Szenario verfehlter digitaler Transformation betrachtet. Dieses Extremszenario ist durch fehlenden Infrastruktur- und Dienstewettbewerb sowie eine geringe Nachfrage gekennzeichnet (**Szenario 4**).

Diese vier Szenarien sind in Abbildung 7-1 im Szenarienraum abgebildet.

Abbildung 7-1: Mögliche Szenarien in der Gigabitwelt 2025+



Quelle: WIK.

In der Realität des Jahres 2025+ werden diese Extremszenarien höchstwahrscheinlich nicht in ihrer Reinform ausgebildet sein. Vielmehr ist zu erwarten, dass die tatsächliche Gigabitwelt 2025+ zwischen den modellhaft abgebildeten Szenarien liegt und zudem regionale Abweichungen aufweist. So wäre z. B. denkbar, dass wir in urbanen Regionen ein Marktumfeld sehen, welches dem in Szenario 1 geschilderten entspricht, während in ländlichen Regionen das Szenario 2 oder 3 zu beobachten ist.

Im Folgenden werden die vier Szenarien einer möglichen Gigabitwelt 2025+ detaillierter beschrieben und mit Blick auf ihre Ausprägungen in den Bereichen Infrastruktur, Dienste und Nachfrage voneinander abgegrenzt. Schließlich wird auf deren zukünftige Relevanz sowie auf die möglichen Herausforderungen mit Blick auf die Adoption der digitalen Transformation eingegangen.

7.1 Szenario 1: Digitale Transformation mit ausgeprägtem Infrastruktur- und Dienstewettbewerb

Eine denkbare Gigabitwelt 2025+ zeichnet sich angebotsseitig durch ausgeprägten Wettbewerb sowohl auf Infrastruktur- als auch auf Diensteebene aus und weist nachfrageseitig einen hohen Digitalisierungs- und Nutzungsgrad bei gewerblichen und privaten Nachfragern auf. Vor diesem Hintergrund kann man aus ökonomischer Sicht von einem Wunschscenario sprechen.

Die **Infrastrukturlandschaft** ist durch den starken Wettbewerb zwischen weitgehend unabhängigen Unternehmen gekennzeichnet. Geht man davon aus, dass Mobilfunk und Festnetze in einer Gigabitwelt 2025+ Substitute darstellen werden, wären die Voraussetzungen für Szenario 1 bei einer mit heute vergleichbaren Anbieterlandschaft infrastrukturell in Deutschland quasi flächendeckend gegeben. Bei einer sachlichen Marktabgrenzung zwischen Fest- und Mobilfunknetzen wäre Szenario 1 im Festnetz z. B. über einen Wettbewerb zwischen Kabelnetz- und FTTH-Anbietern auf Basis eines Mehrfasersmodells oder einen tiefen Infrastrukturwettbewerb auf Basis des Zugangs zu passiven Infrastrukturen vorstellbar, was letztendlich auch der Zielsetzung DigiNetzG entspricht.

Mit Blick auf den Mobilfunk würde die Infrastrukturlandschaft in Szenario 1 ein Abbild der heutigen Marktverhältnisse darstellen, mit einer Existenz von drei voneinander unabhängigen Infrastrukturen, welche sich im Wettbewerb zueinander befinden und zudem auf der Diensteebene auch dem Wettbewerbsdruck von virtuellen Mobilfunknetzbetreibern (MVNOs), Diensteanbietern und Resellern ausgesetzt sind.

Aufgrund der Existenz von drei oder mehr Infrastrukturanbietern herrscht ein intensiver Infrastrukturwettbewerb, welcher verhindert, dass einzelne Netzbetreiber in der Lage sind, ein marktmächtiges Verhalten an den Tag legen zu können. Die Wettbewerbsbedingungen ermöglichen ein Level Playing Field für alle Marktteilnehmer, welches sich durch einen hohen Innovationsgrad auszeichnet. Zugleich sind die Markteintrittsbarrieren für Diensteanbieter sowohl aus dem OTT- wie aus dem Telekommunikationsumfeld vergleichsweise gering, da eine hohe Offenheit für Kooperationen herrscht.

Das **Dienstangebot** ist durch eine ausgeprägte Vielfalt geprägt. OTTs spielen eine relevante Rolle, aufgrund der Vielfalt der Infrastrukturebene und der Offenheit für Kooperationen ist jedoch von keinen Konzentrationstendenzen und damit verbundenen Verknappungen auf der Angebotsebene auszugehen. Kleine und große Anbieter mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen stellen vielmehr differenzierte und bedarfsgerechte Dienste für verschiedene Nachfragergruppen im Markt bereit. So wird ein breites Spektrum an Diensten mit hohem Innovationsgrad für alle Segmente von Privat- und Geschäftskunden entwickelt. Auf der TK-Vorleistungsebene herrscht ein reger Wettbewerb, der auf dem Zugang zur Infrastruktur im Rahmen von freiwillig vereinbarten Open

Access-Vereinbarungen basiert. Auf dieser Basis besteht ein offener Zugang für Diensteanbieter, was sich ebenfalls positiv auf die Angebotsvielfalt auswirkt.

In diesem Szenario sind Wirtschaft und Gesellschaft in der Digitalisierung weit fortgeschritten. Die digitale Affinität und digitale Kompetenz sind in allen Nachfragergruppen durchgängig hoch und schaffen die Grundlage für die zügige Verbreitung und intensive **Nutzung** innovativer Dienste und Anwendungen. Unternehmen schöpfen in hohem Umfang das Potenzial aus, digitale Dienste auch für die Expansion in neue Geschäftsfelder und innovative Geschäftsmodelle einzusetzen.

In Szenario 1 gelingt es, die Potenziale der digitalen Transformation voll auszuschöpfen. Sowohl private Verbraucher als auch gewerbliche Nachfrager verfügen über Auswahlmöglichkeiten in einem stark differenzierten Dienstangebot. Es ist zu erwarten, dass intensiver Infrastruktur- und Dienstewettbewerb auch zu attraktiven Einkaufskonditionen und zu einer hohen Innovationstätigkeit führt. In diesem Umfeld besteht ein hoher Digitalisierungsgrad über alle Nachfragergruppen hinweg. Die Nutzungsintensität eines breiten innovativen Dienstespektrums wird sich höchstwahrscheinlich stark erhöhen und digitale Dienste werden zur Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle genutzt.

Aus dem individuellen Nutzen für Haushalte und Unternehmen resultiert ein relevanter volkswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Nutzen. Mit der intensiven Nutzung und hohen Digitalisierungskompetenz über alle Nachfragergruppen hinweg ist es möglich, die Potenziale von Diensten wie E-Government, E-Health, Smart City u. a. zu nutzen und eine starke Verbreitung von mobiler Arbeit/Telearbeit zu erreichen, die auch der Attraktivität des ländlichen Raumes zugutekommt. Transaktionskosten lassen sich reduzieren, Skalenvorteile können genutzt werden und Unternehmen sollten geeignete Voraussetzungen vorfinden, um ihre Produktions- und Innovationfähigkeit zu erhalten. Dadurch kann die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland im globalen Markt gestärkt werden.

Es ist davon auszugehen, dass das wettbewerbsintensive Umfeld auch dazu beiträgt, die möglichen kritischen Effekte einer steigenden Digitalisierung zu verringern. So werden z. B. sensible personen- und geschäftsbezogene Daten nicht von wenigen marktmächtigen Anbietern kontrolliert.

Tabelle 7-1: Szenario 1 – Digitale Transformation mit ausgeprägtem Infrastruktur- und Dienstewettbewerb

SZENARIO 1	Digitale Transformation mit ausgeprägtem Infrastruktur- und Dienstewettbewerb
Infrastrukturlandschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausgeprägter Infrastrukturwettbewerb zwischen weitgehend unabhängigen Unternehmen und Infrastrukturen.
Angebotsvielfalt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zugangsmöglichkeiten für Dritte aufgrund starker Anreize für Kooperationen zur Steigerung der Netzauslastung. ▪ Hohe Angebotsvielfalt, bedarfsgerechte Dienste für alle Nachfragegruppen im Privat- und Geschäftskundensegment. ▪ Breites Anbieterspektrum mit geringen Markteintrittsbarrieren (große und kleine TK- und Diensteanbieter, OTTs). ▪ Ausgeprägter Innovationsdruck und hoher Differenzierungsgrad.
Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoher Digitalisierungsgrad. ▪ Hohe Nutzungsintensität digitaler Dienste in allen Nachfragegruppen.

Quelle: WIK.

7.2 Szenario 2: Digitale Transformation mit ausgeprägtem Dienstewettbewerb

Auch in Szenario 2 wird ein hoher Grad der digitalen Transformation erreicht. Dieser wird durch einen ausgeprägten Wettbewerb im Bereich der Dienste befördert. Im Infrastrukturbereich gibt es keinen ausgeprägten Wettbewerb, niedrige Markteintrittsbarrieren im Dienstebereich sind stattdessen der Schlüssel für ein vielfältiges Angebot und eine dadurch induzierte intensive Nutzung.

Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal zu Szenario 1 liegt in der Marktstruktur im Infrastrukturbereich. In diesem Szenario gibt es eine oder maximal zwei parallele Anschlussnetzinfrastrukturen.

Ein solches Szenario könnte z. B. über einen Wholesale-only Anbieter realisiert werden, welcher zwar auf der Ebene der passiven Infrastruktur über ein Alleinstellungsmerkmal verfügt, gleichzeitig jedoch Dritten Zugang zu Anschlussprodukten gewährt und selbst nicht im Endkundengeschäft aktiv ist. Entsprechende Modelle können sowohl marktgetrieben als auch in Form einer freiwilligen oder oktroyierten Aufspaltung entstehen. Eine andere Option wären Kooperationen, bei denen sich die beteiligten Akteure gegenseitig Zugang auf einer höheren Infrastrukturebene gewähren. Mit Blick auf den Fall von zwei parallelen Infrastrukturen (z. B. HFC- und FTTH-Netz) könnte dies z. B. auch darin bestehen, dass einer oder beide Anbieter Dritten Zugang nur auf einem höherem Niveau anbieten, um einen größeren Teil der Wertschöpfung in ihrem eigenen Netz abzubilden.

Auch mit Blick auf den Mobilfunkmarkt wäre ein solches Szenario denkbar. Mögliche Ausprägungen auf der Infrastrukturseite wären eine Reduktion der Zahl der Mobilfunkanbieter von drei auf zwei oder ein weitreichendes Sharing von Infrastrukturen bis hin zu National Roaming Lösungen. Parallel hierzu würde weiterhin ein intensiver Dienstewettbewerb über MVNOs und Diensteanbieter bestehen, welcher durch die Virtualisierung der Netze und Techniken wie Network Slicing, NFV und SDN eine Intensivierung der Angebotslandschaft erlebt.

Mit Blick auf eine substitutive Betrachtung von Festnetzen und Mobilfunknetzen wäre ein solches Szenario im Vergleich zu heute durch eine Verknappung der Anbieterzahl gekennzeichnet.

Aufgrund eines offenen Zugangs trotz der geringen Wettbewerbsintensität auf der Netzebene kann im Bereich der Anwendungen und Dienste eine große Angebotsvielfalt entstehen, die bedarfsgerechte Dienste für alle Nachfragergruppen sowohl im Privat- als auch im Geschäftskundensegment hervorbringt. Möglicherweise wird diese auch durch eine „Countervailing Market Power“ im Dienste- und OTT-Segment befördert. Die Dienste werden von einem breiten Spektrum unterschiedlicher Anbieter verschiedener Größe und strategischer Ausrichtung erbracht. Dies umfasst sowohl spezialisierte Diensteanbieter aus dem TK-Umfeld als auch OTT-Anbieter. Auf der Diensteebene entsteht daher ein hoher Innovationsdruck.

Das differenzierte innovative Dienstangebot sorgt für einen hohen Digitalisierungsgrad der deutschen Wirtschaft und Gesellschaft. Private Haushalte und gewerbliche Nachfrager nutzen das gesamte Angebot intensiv.

Tabelle 7-2: Szenario 2 – Digitale Transformation mit ausgeprägtem Dienstewettbewerb

SZENARIO 2	Digitale Transformation mit ausgeprägtem Dienstewettbewerb
Infrastrukturlandschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine bzw. zwei leistungsfähige Infrastruktur/en steht/stehen zur Verfügung.
Angebotsvielfalt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zugangsmöglichkeiten für Dritte bestehen, Diskriminierung findet nicht statt. ▪ Breites Anbieterspektrum infolge geringer Markteintrittsbarrieren (große und kleine TK- und Diensteanbieter, OTTs). ▪ Hohe Angebotsvielfalt, bedarfsgerechte Dienste für alle Nachfragegruppen im Privat- und Geschäftskundensegment. ▪ Hoher Innovationsdruck und hoher Differenzierungsgrad.
Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoher Digitalisierungsgrad. ▪ Hohe Nutzungsintensität digitaler Dienste in allen Nachfragegruppen.

Quelle: WIK.

Szenario 2 zeigt, dass das Ausschöpfen von Digitalisierungspotenzialen auch ohne ausgeprägten Infrastrukturwettbewerb möglich sein kann.

Ebenso wie in einem Szenario mit Infrastruktur- und Dienstewettbewerb können private Verbraucher und gewerbliche Nutzer auf ein vielfältiges Dienstangebot mit hoher Differenzierung und hohem Innovationsgrad zugreifen. Es kann davon ausgegangen werden, dass durch den Wettbewerb auch die Preise für Dienste sinken. Insgesamt sind eine intensive Nutzungsintensität und ein hoher Digitalisierungsgrad zu erwarten, die sich in innovativen Geschäftsmodellen der Unternehmen widerspiegeln.

Der individuelle Nutzen für Haushalte und Unternehmen schlägt sich auch in der Gesamtwirtschaft nieder. Basierend auf einer hohen Digitalisierungskompetenz in Bevölkerung und Wirtschaft können die Digitalisierungspotenziale ausgeschöpft werden.

Zu hinterfragen gilt es allerdings, welche Konsequenzen sich aus der Konzentration im Infrastrukturbereich ergeben. Ein offensichtlicher Nachteil einer einzigen Infrastruktur besteht in der hohen Abhängigkeit von deren Leistungsfähigkeit und Ausfallsicherheit. Mögliche Störfälle können bei fehlender Redundanz zu wirtschaftlichem Schaden der Unternehmen und der Gesamtwirtschaft führen. Dies könnte bei gewerblichen Kunden Anreize für den Aufbau privater Netze schaffen. Mit Blick auf den Netzzugang von Diensteanbietern besteht zudem ein gewisses Risiko, dass infolge von strategischen Entscheidungen der Infrastrukturanbieter im Zeitablauf Markteintrittsbarrieren aufgebaut werden. Dies hätte wiederum Implikationen auf die Angebots- und Nachfragelandschaft und könnte zur Folge haben, dass sich die Marktrealitäten in Richtung von Szenario 3 oder im Extremfall Szenario 4 verschieben.

7.3 Szenario 3: Digitale Transformation mit starken Konzentrationstendenzen

Auch in Szenario 3 findet eine digitale Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft statt. Diese unterliegt jedoch aufgrund von fehlendem Infrastruktur- und eingeschränktem Dienstewettbewerb deutlichen Einschränkungen. Dies ist sowohl für den individuellen Nachfrager als auch für die Gesamtwirtschaft von Nachteil.

Im Gegensatz zu Szenario 2 setzt sich in Szenario 3 die Konzentration auf der Infrastrukturebene auch auf der Angebotsebene fort. Ein solches Ergebnis wäre denkbar, wenn sich die wenigen Infrastrukturakteure den Markt mit wenigen Diensteanbietern und/oder OTTs aufteilen und „Walled Gardens“ schaffen, die den Zugang für Dritte (seien es OTTs oder Diensteanbieter) deutlich erschweren oder komplett verhindern.

Analog zu Szenario 2 gibt es in diesem Szenario ebenfalls maximal 2 parallele Infrastrukturen, die keinen Zugang zu passiver Infrastruktur bieten. Ebenso gibt es auch kein Mehrfasernmodell. Im Unterschied zu Szenario 2 ist der Zugang auf der Diensteebene jedoch ebenfalls eingeschränkt. Diese Einschränkung beim Zugang auf der Dienstee-

ebene führt dazu, dass sich die Angebotsvielfalt für private und gewerbliche Nachfrager einschränkt.

Dieses Szenario ist dadurch geprägt, dass sich ein oder zwei Infrastrukturbetreiber im Zusammenspiel mit wenigen großen Diensteanbietern (z. B. große global agierende OTTs) den Markt aufteilen und ein Anwendungsspektrum aus einer Hand anbieten. Diese kleine Anbietergruppe erlangt so eine marktmächtige Position im digitalen Ökosystem und kontrolliert weitgehend den zentralen Zugang zu den Endkunden.

Mit Blick auf den Mobilfunk wäre ein solches Szenario analog zu den obigen Ausführungen durch eine Konzentration der Anbieterlandschaft geprägt, allerdings ohne die in Szenario 2 unterstellten Zugangsmöglichkeiten für MVNOs und Diensteanbieter. In einem solchen Szenario würde auch die Verlagerung der Intelligenz ins Netz im Zuge der Virtualisierung nicht zu einer Belebung der Angebotslandschaft führen. Aufgrund strategischer Markteintrittsbarrieren und einer hohen Konzentration werden kleine Anbieter zurückgedrängt und das Entstehen alternativer innovativer Geschäftsmodelle wird stark erschwert. Neue Wettbewerber haben lediglich in Nischen eine Chance, die nicht von den marktmächtigen Diensteanbietern bedient werden.

Die Vielfalt des Diensteangebots und die Auswahlmöglichkeiten für den Nutzer sind dadurch insgesamt begrenzt. Nachfrager sind in hohem Maße von den Diensteanbietern abhängig und verfügen über geringe Verhandlungsmacht. Spezifische Nachfragergruppen, z. B. im Geschäftskundensegment, werden nur unzureichend mit bedarfsgerechten Angeboten bedient. Auch der Umgang mit personen- und geschäftsbezogenen Daten kann in diesem Szenario zu einer großen Herausforderung werden, da wenige Anbieter die gewonnenen Nutzerdaten kontrollieren. Möglicherweise führen Sicherheitsbedenken der Nachfrager auch zu Nutzungshemmnissen. Vor allem KMU und private Haushalte könnten in der Konsequenz ihre Nutzung reduzieren und dadurch nicht vom Potenzial digitaler Dienste profitieren. Gewerbliche Nutzer dürften hierauf mit dem stärkeren Ausbau geschlossener Netze reagieren.

Tabelle 7-3: Szenario 3 – Digitale Transformation mit starken Konzentrations-tendenzen

SZENARIO 3	Digitale Transformation mit Konzentrationstendenzen
Infrastrukturlandschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine bzw. zwei leistungsfähige Infrastruktur/en steht/stehen zur Verfügung.
Angebotsvielfalt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zugangsmöglichkeiten für Dritte sind eingeschränkt, Diskriminierung findet statt. ▪ Angebot ist gekennzeichnet durch eine Konzentration auf wenige große Anbieter (OTT-Anbieter), welche Dienste für alle Lebensbereiche und unternehmerischen Prozesse aus einer Hand anbieten. ▪ Angebotsvielfalt eingeschränkt, insbesondere für gewerbliche Nachfrager. ▪ Innovationskraft eingeschränkt.
Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittelmäßig ausgeprägter allgemeiner Digitalisierungsgrad. ▪ Insbesondere bei gewerblichen Nachfragern Einschränkungen bei der Nutzung aufgrund mangelnder Angebotsvielfalt und Bedenken in Bezug auf Datensicherheit und Datenschutz möglich.

Quelle: WIK.

In Szenario 3 besteht ein mittelmäßig ausgeprägter Digitalisierungsgrad, eine umfassende digitale Transformation ist nur eingeschränkt möglich.

Auch in Szenario 3 gibt es Dienste, die intensiv nachgefragt werden und Nutzen in Unternehmen und Haushalten erzeugen. Von diesem individuellen Nutzen profitiert auch die Gesamtwirtschaft und Gesellschaft. Im Vergleich zu Szenario 1 und 2 sind jedoch deutlich geringere positive Effekte zu erwarten. Als wesentliche Nachteile im Vergleich zu den Szenarien, die durch einen intensiven Dienstewettbewerb charakterisiert sind, sind die Abhängigkeit der Nachfrager von wenigen Anbietern und die eingeschränkte Auswahl an Diensten zu nennen. Dies betrifft im Übrigen auch die öffentliche Hand als relevantem Nachfrager von Diensten. In einem solchen Umfeld ist die Gefahr des Missbrauchs, z. B. im Umgang mit Daten- und Verbraucherschutz, höher einzuschätzen als in einem wettbewerbsintensiven Markt. In Konsequenz ist zu erwarten, dass diese negativen Effekte auch größere Gruppen von „Digitalisierungsverweigerern“ entstehen lassen.

Ein weiterer Nachteil entsteht durch die Markteintrittsbarrieren und den geringen Innovationsdruck, da neue Dienste im Wesentlichen infolge strategischer Entscheidungen einer kleinen Anbietergruppe implementiert und nicht durch neue Geschäftsmodelle voneinander unabhängiger Unternehmen vorangetrieben werden. Die Chancen für Start-up-Unternehmen im digitalen Wertschöpfungssystem sind dadurch wesentlich ungünstiger als in wettbewerblichen Szenarien. Hinzu kommt, dass die Wettbewerbsfähigkeit der etablierten nationalen Anbieter im Telekommunikationsmarkt stark einge-

schränkt ist und deren Innovationskraft dem Markt verloren geht. Schließlich stellen sich mit Blick auf Sicherheits- und Redundanzthemen dieselben Probleme, die in Szenario 2 geschildert wurden.

7.4 Szenario 4: Verfehlte digitale Transformation

Dieses Szenario beschreibt als Gegenentwurf zu den vorangegangenen Szenarien das Ausbleiben einer digitalen Transformation im Jahr 2025+. Diese ist das Resultat einer vertikalen Integration über die gesamte Wertschöpfungskette und in deren Folge eines geringen Wettbewerbs im Infrastrukturbereich, einer fehlenden Angebotsvielfalt und damit einer geringen Nutzungsintensität digitaler Dienste.

Im Infrastrukturbereich gibt es nur eine oder maximal zwei Infrastrukturen, die keine geeigneten Zugangsmöglichkeiten für Wettbewerber und TK-Diensteanbieter eröffnen. In der Folge wird keine digitale Transformation realisiert, da aufgrund einer kompletten Abschottung gegenüber Dritten auch auf der Angebotsseite keine entsprechenden Dienste entwickelt wurden – weder durch OTTs noch durch andere Diensteanbieter. Der Innovationsdruck ist mangels Wettbewerb gering.

Der Digitalisierungsgrad bleibt in diesem Szenario niedrig und die Potenziale der Nutzung digitaler Dienste werden kaum ausgeschöpft.

Tabelle 7-4: Szenario 4 – Verfehlte digitale Transformation

SZENARIO 4	Verfehlte digitale Transformation
Infrastrukturlandschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine bzw. zwei leistungsfähige Infrastruktur/en steht/stehen zur Verfügung.
Angebotsvielfalt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starke Marktabschottung. ▪ Keine Angebotsvielfalt infolge fehlenden Wettbewerbs. ▪ Geringer Innovationsdruck.
Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringer Digitalisierungsgrad. ▪ Geringe Nutzungsintensität.

Quelle: WIK.

Die digitale Transformation in eine Gigabitgesellschaft wird in Szenario 4 nicht erreicht; es bleibt bei einer partiellen Nutzung digitaler Dienste.

Dadurch entstehen nicht nur individuelle Nachteile für Haushalte und Unternehmen, sondern es entgeht auch gesamtwirtschaftlicher und gesellschaftlicher Nutzen.

Szenario 4 bedeutet letztendlich eine Gefährdung der Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland, wenn andere Länder im globalen Markt das Potenzial digitaler Transformation nutzen. Gleichwohl erscheint es in Anbetracht der Vielzahl der Aktivitäten als wenig wahrscheinlich.

7.5 Zukünftige Relevanz der Szenarien

Welche der skizzierten Szenarien zukünftig Relevanz erhalten werden, ist heute aufgrund des langen Betrachtungszeitraums und der Unsicherheit relevanter Einflussgrößen schwierig zu beurteilen. Allerdings lassen sich basierend auf Plausibilitätsüberlegungen Tendenzaussagen treffen.

Dabei muss zunächst klargestellt werden, dass die idealtypisch definierten Szenarien in der Realität der Gigabitwelt 2025+ nicht in ihrer Reinform zu erwarten sind. Zu den unsicheren Faktoren, die möglicherweise zu einer deutlichen Abweichung von den idealtypischen Szenarien führen, gehören die Relevanz regionaler Unterschiede, technische Entwicklungen im Bereich der Zugangstechnologien, Strategien der Anbieter und politisch-regulatorische Entscheidungen in der Übergangsphase zwischen der heutigen und der Gigabitwelt 2025+.

Da der Anspruch an einen Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt 2025+ (ähnlich wie der an den heutigen) jedoch darin bestehen sollte, nicht nur für ein mögliches Outcome adäquate Instrumente bereitzustellen, stellt dies kein grundsätzliches Problem dar. Gleichwohl sind insbesondere folgende Entwicklungen in die Überlegungen einzubeziehen:

- **Es entsteht ein Mix aus verschiedenen Szenarien, die regional von unterschiedlicher Relevanz sind.** Insbesondere bestehen aufgrund der Ökonomie des Glasfaserausbaus im Hinblick auf die Entstehung wettbewerblicher Infrastrukturen möglicherweise Unterschiede zwischen städtischen und ländlichen Gebieten. So kann z. B. Szenario 1 in städtischen Gebieten erwartet werden, in sehr dünn besiedelten Gebieten ist es hingegen weniger realistisch.
- **Es existiert eine Dynamik zwischen den Szenarien, d. h. ein Szenario kann sich in ein anderes Szenario wandeln oder durch entsprechende Maßnahmen überführt werden.** Hier ist z. B. denkbar, dass ein Szenario ohne Infrastrukturwettbewerb zunächst einen regen Dienstewettbewerb aufweist (Szenario 2), jedoch später Konzentrationstendenzen auf Diensteebene entstehen (Szenario 3). Umgekehrt kann von einem dynamischen Dienstewettbewerb im Sinne eine „Countervailing Market Power“ Druck auf die Infrastrukturbetreiber ausgeübt und damit eine Verschiebung von Szenario 3 zu Szenario 2 bewirkt werden.

Schließlich können Migrationsbewegungen von einem in ein anderes Szenario auch durch entsprechende Eingriffe der öffentlichen Hand unterstützt werden.

- **Die Gigabitwelt 2025+ weicht im Hinblick auf einzelne Ausprägungen von dem definierten Szenario ab**, z. B. könnten kleine Diensteanbieter mit kreativen Lösungen auch in einem OTT-dominierten Angebotsmarkt in spezialisierten Nischenmärkten reüssieren.

Szenario 1 entspricht in vielerlei Hinsicht einem optimalen Szenario, welches aus heutiger Sicht eine Vision darstellt. Gleichwohl erscheint es nicht ausgeschlossen, wenn sich die Dynamik der Digitalisierung in vollem Umfang realisieren ließe. Szenario 4 ist der Gegenentwurf hierzu. Ein völliges Scheitern der Digitalisierung ist aufgrund der heute schon erreichten digitalen Lösungen, Angebote und Dienste jedoch kaum vorstellbar. Die Eintrittswahrscheinlichkeit in der beschriebenen Extremform ist gering. Dies lassen schon die auf europäischer und nationaler Ebene formulierten langfristigen Ziele der digitalen Agenda und der dadurch erzeugte politische Druck vermutlich nicht zu. Szenario 4 verdeutlicht jedoch mögliche negative Auswirkungen eines fehlenden Infrastruktur- und Dienstewettbewerbs und unterstreicht, dass diese durch vernünftige ordnungspolitische Rahmenbedingungen unbedingt zu vermeiden sind.

Darüber hinaus existieren jedoch auch exogene Einflussfaktoren mit extremen Auswirkungen auf die Entstehungsmöglichkeiten der Szenarien, die hier jedoch nicht abgebildet werden können. Zu diesen gehören z. B. Wirtschafts- und Finanzkrisen (mit einem weitreichenden Vertrauensverlust in die Sicherheit und Leistungsfähigkeit von IKT-Systemen) ebenso wie Terror, Krieg und andere Katastrophen.

Die Eintrittswahrscheinlichkeiten der skizzierten Szenarien ist von den Anbieterstrategien, der Markt- und Nachfrageentwicklung, aber auch von den exogenen Rahmenbedingungen und hierbei insbesondere vom Wettbewerbs- und Regulierungsrahmen in der Übergangsphase zwischen dem heutigen Status quo und der Gigabitwelt 2025+ abhängig. Letzterer ist z. B. dafür ausschlaggebend, ob es in Festnetz- und Mobilfunk in Zukunft zu einer weiteren Anbieterkonzentration kommen wird, wie knappe Frequenzen dem Markt zugeteilt werden, wie die Zugangs- und Entgeltregulierung ausgestaltet werden, um Investitionen in neue Netzinfrastrukturen zu befördern, sowie, in welcher Form und welchem Umfang sich Wholesale-only Modelle und Kooperationsmodelle im Markt entwickeln werden.

Das Erreichen des „Steady State“ mit flächendeckender (flächendeckenden) Glasfaserinfrastruktur(en) wird einen Wendepunkt darstellen, welcher auch dazu genutzt werden sollte, die bestehenden Rahmenbedingungen zu hinterfragen und vor allem zu vereinfachen. Vor diesem Hintergrund ist die Frage nach dem geeigneten wettbewerblichen Rahmen für eine Gigabitwelt des Jahres 2025+ essentiell. Diese wird in den folgenden Kapiteln untersucht.

8 Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt

Ausgehend von den vier erarbeiteten Szenarien soll zunächst untersucht werden, welcher Wettbewerbsrahmen für diese jeweils erforderlich und angemessen wäre. Dabei gehen wir davon aus, dass auch künftig wesentliche Aspekte dieses Wettbewerbsrahmens europarechtlich determiniert sein werden. Es ist zu erwarten, dass vielfach sogar eine Vollharmonisierung angestrebt werden wird. Hierbei wird es wichtig sein, dass sich die Bundesrepublik frühzeitig darauf vorbereitet, die auf den derzeitigen europäischen Reviewprozess folgende (nächste oder übernächste) Überarbeitung des europäischen Wettbewerbsrahmens mitgestalten zu können, damit die Diskussion ihren industriepolitischen Anliegen Rechnung tragen kann.

Bei der Betrachtung des möglichen Wettbewerbsrahmens für die Gigabitwelt 2025+ soll primär untersucht werden, ob und welche sektorspezifischen Regelungen für diesen erforderlich sein könnten. Dabei ist es freilich, zu bedenken, dass unabhängig von einem spezifischen Wettbewerbsrahmen das allgemeine (europäische) Wettbewerbsrecht, namentlich die Art. 101 und Art. 102 AEUV, ohnehin stets gilt. Als europäisches Primärrecht ist es unmittelbar anwendbar, geht es dem nationalen Recht im Konfliktfall vor und schützt es den Wettbewerb vor dem Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung (Art. 102 AEUV) bzw. gegen wettbewerbsbehindernde Vereinbarungen (Art. 101 AEUV) grundsätzlich selbst dann, wenn es keine sektorspezifischen Regelungen gibt. Je nach Szenario erscheint es durchaus möglich, dass in manchen Bereichen dieser allgemeine Wettbewerbsrahmen genügen wird, um den Wettbewerb auf der Ebene der Infrastruktur, der Telekommunikationsdienste ebenso wie auf angrenzenden OTT-Dienstemärkten angemessen zu schützen, so dass darüber hinausgehende spezifische Regelungen entbehrlich sein werden. Bei der Analyse der einzelnen Szenarien wird daher jeweils auch kurz auf die Bedeutung des allgemeinen Wettbewerbsrechts im jeweiligen Szenario eingegangen.

Während die Erforderlichkeit einzelner sektorspezifischer Wettbewerbsregeln vom konkreten Szenario abhängt, ist unabhängig davon zu erwarten, dass eine allgemeine Notwendigkeit bestehen wird, einen neuen sektorspezifischen Wettbewerbsrahmen zu etablieren, der sich in wesentlichen Teilen vom aktuellen Regulierungsrechtsrahmen unterscheiden dürfte. Eine uneingeschränkte Fortführung des aktuellen Regulierungsansatzes, insbesondere der Marktregulierung, ist für kein Szenario eine empfehlenswerte Option. Ursächlich hierfür sind mindestens fünf Faktoren, die für jedes der später zu untersuchenden einzelnen Szenarien relevant sind.

8.1 Szenarienunabhängige Notwendigkeit für einen neuen Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt 2025+

Erstens gehen wir davon aus, dass im Jahr 2025+ auf der Infrastrukturebene ein „Steady State“ erreicht ist. Dies bedeutet, dass die äußerst kostenintensive Neuverle-

gung der allen Gigabitanschlussnetzen zugrunde liegenden Glasfaserinfrastrukturen jenseits neuer Wohn- bzw. Gewerbegebiete nicht zu erwarten ist. Auch ist auf absehbare Zeit nicht mit neuen Technologien zu rechnen, die eine Veränderung der Infrastrukturlandschaft ermöglichen würden. Vielmehr ist davon auszugehen, dass der in den jeweiligen Szenarien angenommene Technologiemix von vorrangig Glasfaser-, HFC- und Mobilfunknetzen weitgehend stabil sein wird. Dies liegt insbesondere auch daran, dass der Hauptkostentreiber beim Infrastrukturausbau, nämlich die Verlegung von Glasfaserstrecken in die Fläche und die damit einhergehende Verdichtung von Standorten und Übergabepunkten, in der Gigabitwelt 2025+ weitgehend abgeschlossen sein wird.

Daraus folgend ist auch mit signifikanten Marktneueintritten auf der Ebene der physischen Infrastruktur im Zustand eines „Steady State“ nicht mehr zu rechnen. Auch eine wesentliche Erweiterung der jeweiligen geographischen Versorgungsgebiete der etablierten Infrastrukturbetreiber durch organisches Wachstum ist nicht wahrscheinlich. Marktneueintritte sind vielmehr nur noch auf den über der physischen Infrastruktur liegenden Ebenen in Form von Telekommunikationsdiensteanbietern bzw. auf den angrenzenden Dienstmärkten in Gestalt von OTT-Anbietern zu erwarten.

Die derzeit brisante Frage, auf welche Weise in die sektorspezifische Regulierung Investitionsanreize für den Infrastrukturausbau integriert werden können, wird damit in der Gigabitgesellschaft 2025+ deutlich an Relevanz verlieren. Investitionsanreize spielen daher in erster Linie im Hinblick auf Ersatzinvestitionen auf der Infrastrukturebene und Innovationen auf der Produkt- und Komponentenebene (z. B. im Mobilfunk bei Folgetechnologien von 5G), weniger aber mit Blick auf Investitionen zum Neuausbau von Glasfaserstrecken eine Rolle. Aktuell diskutierte Regulierungsansätze, wie etwa Regulierungsfreistellungen zur Stimulierung des Breitbandausbaus, die insbesondere auf die Beanreizung von Infrastrukturinvestitionen hinzielen, sollten in einer Gigabitwelt 2025+ daher voraussichtlich keine Relevanz mehr haben.¹⁰³

Das bedeutet allerdings nicht, dass die sektorspezifische Regulierung Investitions- und Innovationsanreize völlig ignorieren dürfte. Hierbei wird es aber zu einer Akzentverschiebung in zweierlei Hinsicht kommen: Zum einen ist damit zu rechnen, dass künftig mehr Intelligenz in die Netzinfrastruktur verlagert wird, so dass selbst dann, wenn auf der physischen Netzwerkebene weniger Innovationen zu erwarten sind, auf den darüberliegenden Übertragungsebenen durchaus Innovationen denkbar sind, die nicht durch missbräuchliche Verhaltensweisen des Infrastruktureigentümers behindert werden dürfen. Beispiele hierfür sind die bereits erwähnten Software Defined Networks (SDN).¹⁰⁴ Zum anderen werden stärker noch als bisher Innovationen auf angrenzenden Märkten, namentlich den OTT-Dienstmärkten, bei der sektorspezifischen Regulierung in den Blick zu nehmen sein. Wie oben ausgeführt wird die Infrastruktur Teil eines umfassenden digitalen Ökosystems mit erheblichen Interdependenzen zu dieser Dienste-

¹⁰³ Vgl. Art. 74 Kodex-Entwurf.

¹⁰⁴ Vgl. Kapitel 4.1.4.

ebene sein.¹⁰⁵ Ein Wettbewerbsrahmen für Gigabitnetze muss gewährleisten, dass nicht auf angrenzenden Märkten Innovationen und Investitionen behindert werden; so weit wie möglich sollte er solche Investitionen und Innovationen sogar fördern, indem er Marktzutrittsschranken für OTT-Diensteanbieter beseitigt. Wie sich in der Vergangenheit gezeigt hat, ist ein mächtiger Investitions- und Innovationstreiber der Wettbewerb. Ein Wettbewerbsrahmen für Gigabitnetze sollte daher neben dem Wettbewerb auf der Infrastrukturebene auch zum Ziel haben, dass von der Infrastruktur keine unzulässigen Beschränkungen der Innovationstätigkeit auf die darüberliegenden Ebenen ausgehen.

Drittens ist zu erwarten, dass sich auf der Infrastrukturebene kein bundesweit einheitliches Szenario etablieren wird.¹⁰⁶ Vielmehr erscheint es wahrscheinlich, dass die skizzierten Szenarien regional unterschiedlich ausgeprägt sein werden. So dürfte in urbanen Gebieten Szenario 1 mit höherer Wahrscheinlichkeit eintreten als in ländlich geprägten Gebieten, in denen angesichts der Ökonomie des Breitbandausbaus der Aufbau miteinander konkurrierender paralleler Infrastrukturen eher die Ausnahme bleiben wird. In allen Szenarien besteht zudem die Möglichkeit, dass nicht nur die Wettbewerbsintensität regionale Unterschiede aufweisen wird, sondern auch die Marktakteure heterogen sind. Dies betrifft zum einen die Frage der genutzten Übertragungstechnologie, also ob Kabelnetzbetreiber mit Mobilfunkanbietern und Glasfasernetzbetreibern im Wettbewerb stehen, zum anderen aber auch den Aspekt der Eigentümerstellung von Gigabitnetzen. So ist es ausgehend von der derzeitigen Förderpolitik durchaus denkbar, dass in bestimmten Regionen Glasfasernetze existieren werden, die zwar von privaten Unternehmen betrieben werden, die aber im Eigentum der öffentlichen Hand stehen. Ein Beispiel hierfür ist etwa Baden-Württemberg, das im Rahmen seiner derzeitigen Breitbandförderung nur das Betreibermodell zulässt, nicht hingegen die Schließung von Wirtschaftlichkeitslücken privater Anbieter.¹⁰⁷

Der Wettbewerbsrahmen der Gigabitwelt 2025+ sollte daher in der Lage sein, regionalen Unterschieden in der Wettbewerbsqualität und -intensität Rechnung zu tragen, wenn sich hiervon Implikationen auf die Wettbewerbsverhältnisse (im Positiven wie im Negativen) ergeben. Dabei muss auch im Blick behalten werden, inwieweit aufgrund heutiger Förderentscheidungen Zugangsverpflichtungen der Infrastruktureigentümer, insbesondere im Hinblick auf die passive Infrastruktur in den Jahren 2025+ fortbestehen, die Einfluss auf die Notwendigkeit weitergehender Zugangsverpflichtungen haben können.

Jenseits der drei erstgenannten Faktoren, die primär einen wettbewerblichen Bezug aufweisen, ist viertens zu erwarten, dass Breitbandinfrastrukturen noch sehr viel mehr

105 Vgl. Kapitel 6.

106 Vgl. Kapitel 6.3.

107 Vgl. TÜV Rheinland (2018): Evaluation zur Weiterentwicklung der Breitbandförderung in Baden-Württemberg, Studie im Auftrag des Ministeriums für Inneres, Digitalisierung und Migration des Landes Baden-Württemberg, Stand Februar 2018, S. 53 ff., elektronisch verfügbar unter: https://im.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-im/intern/dateien/publikationen/20180228_Breitbandstudie.pdf.

als heute den Charakter von kritischen Infrastrukturen aufweisen werden, die für Bürgerinnen und Bürger, aber auch für Staat, Wirtschaft und Gesellschaft insgesamt essentielle, teilweise sogar existentielle Bedeutung haben werden. Besonders deutlich wird dies an den bereits dargestellten Dienstefeldern Smart Mobility und E-Health,¹⁰⁸ bei denen eine funktionsfähige Breitbandinfrastruktur in einem wörtlichen Sinne überlebenswichtig sein kann. Ihre Verfügbarkeit, Resilienz, Sicherheit und Integrität erhält damit eine Bedeutung, die es rechtfertigen kann, sie auch rechtlich abzusichern und nicht nur darauf zu vertrauen, dass mittels der Sicherstellung von (Qualitäts-) Wettbewerb die gewünschten Ergebnisse hervorgerufen werden. Wenn in der Gigabitwelt 2025+ große Teile der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung von der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Breitbandnetzen abhängen, ist es zum einen ein wirtschaftliches Gebot, volkswirtschaftliche Schäden durch Netzausfälle soweit wie möglich auszuschließen, indem beispielsweise das Vorhalten bestimmter Reservekapazitäten regulatorisch vorgegeben wird. Zum anderen kann hieraus aber auch eine aus Art. 2 Abs. 2 GG abzuleitende entsprechende staatliche Schutzpflicht folgen, Gefahren für Leib und Leben, die aus Netzausfällen oder -störungen resultieren, soweit wie möglich zu minimieren. Es ist daher zu erwarten, dass die nicht primär wettbewerbsbezogene Regulierung künftig eine größere Rolle spielen wird, als dies bisher der Fall ist.¹⁰⁹

Aus der essentiellen Bedeutung von Gigabitnetzzugängen für die Wirtschaft, aber auch für Bürgerinnen und Bürger, resultiert schließlich noch ein fünfter Punkt, der szenarienunabhängig von einem Ordnungsrahmen für die Gigabitwelt 2025+ zu berücksichtigen ist. Die Frage des Netzzugangs, die bisher in erster Linie auf der Vorleistungsebene Gegenstand der Regulierung ist, wird künftig stärker als bisher auf Endkundenmärkten von Bedeutung sein und dies sowohl aus Sicht von Endverbrauchern als auch aus Sicht von OTT-Anbietern: Aus Sicht von Endverbrauchern geht es um einen Teilhabeanspruch, sofern sich Gigabitnetzzugänge künftig als eine Form der Daseinsvorsorge etablieren, deren Verfügbarkeit vom Staat gewährleistet werden muss. Dabei ist das „Ob“ aufgrund der dieser Studie zugrunde liegenden Annahme einer flächendeckenden Verfügbarkeit von Gigabitnetzen weniger problematisch. Vielmehr rückt das „Wie“ ins Zentrum; konkret die Frage der Erschwinglichkeit von solchen Zugängen. Aus der Sicht von OTT-Anbietern, die ihre digitalen Dienste anbieten wollen, geht es zum einen ebenfalls darum, dass sie Zugang zu Gigabitnetzen erhalten müssen, um ihre Dienste für die Allgemeinheit verfügbar zu machen. Für sie ist aber auch die Frage relevant, ob sie einzelne Kunden unabhängig davon erreichen können, welchen Internetzugangsanbieter diese nutzen. Damit werden zum einen Fragen der symmetrischen Zugangsregulierung, aber insbesondere auch Fragen der Netzneutralitätsregulierung, die letztlich eine Form der Zugangsregulierung darstellt, künftig potenziell noch größere Bedeutung erlangen. Zum anderen – und ebenfalls ein Aspekt der Netzneutralität – wird die netzübergreifende Standardisierung Bedeutung gewinnen, um qualitätssensitive OTT-Dienste auch netzübergreifend anbieten zu können.

¹⁰⁸ Vgl. Kapitel 4.2.

¹⁰⁹ Vgl. Kapitel 9.

Insgesamt lässt sich daher zweierlei für einen künftigen Ordnungsrahmen festhalten: Zum einen muss ein Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt 2025+ auch künftig Wettbewerb als Garant von Investitionen und Innovationen und damit von wirtschaftlichem Wachstum sicherstellen. Hierbei wird es zu den dargestellten Akzentverschiebungen kommen müssen, die Sicherstellung von Wettbewerb sollte aber ein zentrales politisches Ziel bleiben. Zum anderen werden die nicht primär wettbewerbsbezogenen Regelungen künftig voraussichtlich eine größere Bedeutung als heute erhalten müssen, um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass Gigabitnetze nicht nur im übertragenen Sinne Lebensadern der Gigabitwelt 2025+ sein werden.

8.2 Szenarienunabhängige Anforderungen an einen Wettbewerbsrahmen für die Gigabitwelt 2025+

Bei der Ausgestaltung eines Wettbewerbsrahmens für die Gigabitwelt 2025+, der die soeben aufgezeigten Notwendigkeiten berücksichtigt, sollten – ebenfalls szenarienunabhängig – weitere Parameter Beachtung finden.

8.2.1 Abbau nicht erforderlicher Regulierung

Startpunkt der Überlegungen für einen neuen Wettbewerbsrahmen sollte sein, an welchen Stellen Regulierung im Vergleich zum Status quo zurückgeführt werden kann, sobald der skizzierte „Steady State“ erreicht ist. Die Ausgangsfrage sollte daher stets lauten: Welche spezifischen Wettbewerbsregeln sind in einem bestimmten Szenario zur Sicherstellung des Wettbewerbs wirklich erforderlich? Nicht hingegen: Wie können die bestehenden Wettbewerbsregeln in die Gigabitwelt 2025+ übertragen werden? Für einen solchen regulatorischen Greenfield Ansatz sprechen mehrere Gründe:

Aus rechtlicher Sicht sind sektorspezifische Regulierungsmaßnahmen regelmäßig mit Eingriffen in die Grundrechte der Infrastruktureigentümer verbunden.¹¹⁰ Dies gilt insbesondere für die beiden wichtigsten ex-ante-Regulierungsinstrumente: Die Netzzugangs- und die Vorleistungsentgeltregulierung.¹¹¹ Sie greifen zum einen in die Eigentumsfreiheit des Netzeigentümers aus Art. 14 GG bzw. Art. 17 Europäische Grundrechte-Charta ein, soweit er dazu verpflichtet wird, sein Eigentum zu einem regulierten Entgelt Wettbewerbern zur Verfügung zu stellen. Netzzugangs- und Entgeltregulierung betreffen darüber hinaus aber auch die Berufsfreiheit des Art. 12 GG respektive die unternehmerische Freiheit des Art. 16 Europäische Grundrechte-Charta. Der Infrastruktureigentümer wird insbesondere durch die Entgeltregulierung in seiner Preissetzungsfreiheit sowie in seiner Freiheit zur Auswahl seiner Geschäftspartner eingeschränkt. Diese Eingriffe sind nur solange gerechtfertigt, wie Regulierungsmaßnahmen verhältnismäßig, d. h. insbesondere auch erforderlich zur Sicherstellung des Wettbewerbsziels sind. Dieses

¹¹⁰ Vgl. Fetzer, T. (2013): Staat und Wettbewerb in dynamischen Märkten, S. 365 ff.

¹¹¹ Ausführlich zur Grundrechtsrelevanz: Fetzer, T. (2014) in: Kirchhof, G.; Korte, S.; Magen, S. (Hrsg.), Öffentliches Wettbewerbsrecht, Auflage: 2014, § 9 und § 10.

Ziel wird höherrangig neben dem dort statuierten Gewährleistungsauftrag durch Art. 87f. GG verfassungsrechtlich und durch das europarechtliche Binnenmarktziel primärrechtlich vorgegeben. Daraus folgt aber auch ein Gebot, Vorabregulierungsmaßnahmen, die zur Gewährleistung des Wettbewerbs nicht (mehr) erforderlich sind, abzubauen. Grundsätzlich sollten Verhandlungslösungen als Ausfluss der Privatautonomie Vorrang genießen. Mit Blick auf die Ausgestaltung kommerziell verhandelter Vorleistungsprodukte sollte den Marktteilnehmern größtmögliche Flexibilität gewährt werden. Idealerweise erlauben privatautonom verhandelte Zugangsprodukte, die Dritten diskriminierungsfrei offenstehen, so eine weitreichende Rückführung regulatorischer Vorabverpflichtungen.

Auch aus ökonomischer Sicht gibt es valide Argumente für eine Rückführung der Regulierung in einem „Steady State“. Zunächst besteht das Risiko eines Regulierungsfehlers erster Art, wenn regulatorische Eingriffe bei funktionsfähigem Wettbewerb stattfinden und in Konsequenz zu Wohlfahrtsverlusten führen. Zweitens verursacht aus ökonomischer Sicht die sektorspezifische Regulierung Kosten. Kosten der Regulierung sind neben den institutionellen Kosten einer Regulierungsbehörde auch die Befolgungskosten für die betroffenen Unternehmen (z. B. Kosten aufgrund von Berichtspflichten, Kosten für die Erstellung von Stellungnahmen sowie Kosten, die durch die Unterstützung durch externe Gutachter anfallen) sowie mögliche Fehlerkosten bei ineffizienten Regulierungsmaßnahmen. Ihre Rechtfertigbarkeit ist im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse stets aufs Neue zu hinterfragen. Sind Vorabverpflichtungen zur Sicherstellung des Wettbewerbs nicht mehr erforderlich, so lassen sich auch die mit ihnen einhergehenden Kosten nicht mehr rechtfertigen; sie sind dann nicht mehr verhältnismäßig.

Schließlich fügt sich eine Deregulierungsperspektive in die europäische Regulierungstradition ein, die von jeher die Rückführung der sektorspezifischen Vorabregulierung zugunsten des allgemeinen Wettbewerbsrahmens anstrebt, sofern die Wettbewerbsverhältnisse dies zulassen, d. h. soweit das wettbewerbsrechtliche Instrumentarium genügt, um bestehenden Wettbewerb ausreichend zu sichern.¹¹² Diese Zielsetzung hat bereits in der Vergangenheit Niederschlag gefunden, beispielsweise bei der Reduktion der Märkte, die in der Märkteempfehlung der Europäischen Kommission als für eine ex-ante-Regulierung in Betracht kommend aufgeführt und durch die nationalen Regulierungsbehörden zu untersuchen sind, oder bei der Rückführung der Regulierung in einzelnen Teilsegmenten und -märkten.

8.2.2 Reduktion der Regulierungskomplexität und Erhöhung der Regulierungsgeschwindigkeit

Mit Blick auf eine Gigabitwelt 2025+ erscheint im Vergleich zum heutigen Status quo zudem eine Vereinfachung des regulatorischen Rahmens erstrebenswert und angemessen. Ziel sollte es sein, die durch die Kupferwelt (z. B. TAL) und die Migrationspro-

¹¹² Vgl. nur Erwägungsgrund 1 Rahmen-RL.

zesse aus der Kupfer- in die Glasfaserwelt (z. B. VDSL Vectoring am KVz und im HVT Nahbereich) verursachte Komplexität in einem „Steady State“ zu reduzieren. Neben den unter 8.2.1 genannten Gründen, die für eine Rückführung der Regulierungsintensität sprechen, sind die langwierigen und komplexen Prozesse im Rahmen der Marktanalyse, die heute mindestens ein Jahr in Anspruch nehmen, kaum in Einklang mit den zunehmend schnelleren Entscheidungs- und Innovationszyklen in einer Gigabitwelt 2025+ zu bringen, in der insbesondere OTT-Diensteanbieter zudem noch viel stärker als heute ohnehin schon im globalen Wettbewerb stehen werden.

Ein Paradigmenwechsel weg von der ex-ante-Regulierung hin zu dem bereits erwähnten Vorrang von Verhandlungslösungen, die einer spezifischen ex-post-Missbrauchsaufsicht unterliegen, durch die anhand transparenter Maßstäbe in konkreten Verfahren kurzfristige Entscheidungen getroffen werden können, erscheint vor diesem Hintergrund eine adäquate Vorgehensweise. Damit könnte die Regulierungskomplexität reduziert, die Reaktionsfähigkeit der Marktteilnehmer in einer dynamischen Marktumgebung verbessert und die Effizienz regulatorischer Prozesse erhöht werden.

8.3 Regulierungsrechtliche Eckpunkte für die Einzelszenarien

Während die soeben dargestellten Notwendigkeiten und Anforderungen an einen spezifischen Wettbewerbsrahmen szenarienunabhängig gelten, soll in der Folge auf die jeweiligen Szenarien und ihre konkreten Anforderungen an einen sektorspezifischen Regulierungsrahmen eingegangen werden.

Im Zentrum der Szenarienanalysen stehen dabei stets die Wettbewerbssituation auf der Infrastrukturebene und die daraus resultierenden Anforderungen an einen spezifischen Wettbewerbsrahmen. Wie unter 8.1 ausgeführt sind dabei stärker als bisher angrenzende (Telekommunikations- und OTT-Dienste-) Märkte in den Blick zu nehmen, was in der Szenarienanalyse entsprechend berücksichtigt wird. Nicht betrachtet werden dabei allerdings mögliche Wettbewerbs- bzw. Adaptionsprobleme auf der Diensteebene, die nicht kausal mit der Ebene der Gigabitinfrastruktur verknüpft sind, sondern lediglich korrelieren. Ein Beispiel für solche möglichen Wettbewerbsprobleme auf der Diensteebene sind etwa Marktmachtprobleme, die durch die Kontrolle eines Diensteanbieters über (personenbezogene oder nicht-personenbezogene) Daten hervorgerufen werden.¹¹³ Adaptionsprobleme können sich unter anderem durch mangelndes Vertrauen von Nutzern in die Einhaltung von Datenschutzregelungen durch Diensteanbieter ergeben. Beide Fälle führen zwar dazu, dass die digitale Transformation der Wirtschaft nicht

¹¹³ Vgl. Schweitzer, H.; Fetzer, T.; Peitz, M. (2016): Digitale Plattformen: Bausteine für einen künftigen Ordnungsrahmen, Studie im Rahmen des Fachdialogs Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft im Auftrag des BMWi, zugleich ZEW Discussion Paper No. 16-042, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp16042.pdf>; Schweitzer, H.; Peitz, M. (2017): Datenmärkte in der digitalisierten Wirtschaft: Funktionsdefizite und Regelungsbedarf?, Studie im Rahmen des Fachdialogs Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft im Auftrag des BMWi, zugleich ZEW Discussion Paper No. 17-043, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp17043.pdf>.

so erfolgreich verläuft, wie dies möglich wäre. In beiden Fällen liegen die Ursachen hierfür aber nicht auf der Infrastrukturebene und bedürfen daher einer gesonderten Betrachtung.

Bei der folgenden szenarienabhängigen Betrachtung des spezifischen Wettbewerbsrahmens soll jeweils in einem ersten Schritt darauf eingegangen werden, ob und wenn ja, welcher konkrete Bedarf an ex-ante-Vorleistungsregulierungsinstrumenten (insbesondere Netzzugangs- und Vorleistungsentgeltregulierung) besteht. Im Anschluss wird erörtert, welche konkreten Regulierungsmaßnahmen gesetzlich vorgesehen werden und wie sie ggf. von der Regulierungsbehörde angewendet werden sollten. Im Weiteren wird zudem untersucht, welche konkrete Rolle das allgemeine Wettbewerbsrecht im jeweils untersuchten Szenario bezogen auf die Infrastrukturebene spielt. Da die Szenarien mitunter ineinander übergehen bzw. sich verändern können, wird für alle Szenarien in unterschiedlicher Ausprägung ein kontinuierliches Monitoring der Wettbewerbssituation vorgeschlagen. Schließlich soll auch ein kurzer Blick darauf geworfen werden, welcher wettbewerbsbezogene Regelungsbedarf möglicherweise außerhalb der Marktregulierung bestehen könnte.

8.4 Szenario 1: Digitale Transformation mit ausgeprägtem Infrastrukturwettbewerb

Szenario 1 ist durch starken Wettbewerb auf der Infrastrukturebene zwischen weitgehend unabhängigen Unternehmen gekennzeichnet. Relevant für die Wahrscheinlichkeit eines solchen Szenarios ist unter anderem, ob und in welchem Umfang es in der Gigabitwelt 2025+ zu einer konvergenten Nutzung von Fest- und Mobilfunknetzen in nicht-nomadischen Nutzungsszenarien kommen wird. Bisher wurden in Deutschland festnetzbasierende Breitbandnetze regelmäßig als ein sachlicher Markt betrachtet. In einem „Steady State“, in dem alle Netze Gigabitnetze sind, erscheint es möglich, dass Mobilfunknetze weitgehende Substitute für festnetzbasierende Anschlussnetze darstellen können. Aus heutiger Sicht noch spannender erscheint jedoch, ob dies in der Gigabitwelt 2025+ für nomadische Anwendungen, die ein hohes Maß an Mobilität erfordern – etwa im Bereich Smart Mobility – ebenfalls eine Konvergenz von Fest- und Mobilfunk erreicht werden kann, bspw. über Folgetechnologien von WiFi und WLAN. Neben der bereits erwähnten Notwendigkeit zunehmend räumlich differenzierter Marktbetrachtungen rückt daher auch die Frage, ob Mobilfunk und Festnetz einen sachlichen Markt bilden, stärker in den Fokus.

8.4.1 Paradigmenwechsel von der sektorspezifischen ex-ante-Regulierung zur ex-post-Kontrolle

Infrastrukturbasierter Wettbewerb ist grundsätzlich die regulierungsunabhängigste Form des Wettbewerbs in Netzindustrien.¹¹⁴ Als Begründung für die Notwendigkeit einer umfangreichen ex-ante-Regulierung des Telekommunikationssektors dient traditionell die Kontrolle eines Unternehmens über eine jedenfalls nicht kurzfristig duplizierbare Infrastruktur, die in manchen Bereichen sogar die Charakteristika eines natürlichen Monopols aufweist und dadurch die Gefahr von Marktversagen im Telekommunikationsdienstemarkt begründet. In einer Gigabitwelt mit mehreren parallelen Infrastrukturen trägt diese Bottleneck-Begründung für eine ex-ante-Regulierung auf der Infrastrukturebene nicht mehr. Szenario 1 eröffnet vielmehr die Möglichkeit für einen radikalen Bruch mit dem derzeit geltenden System der marktmachtabhängigen asymmetrischen Infrastrukturegulierung und einen Übergang zu einer weitgehenden ex-post-Kontrolle. Endverbraucher ebenso wie Telekommunikations- bzw. OTT-Diensteanbieter haben in Szenario 1 die Auswahl zwischen mehreren Infrastrukturanbietern, was einen intensiven Preis- wie auch Qualitätswettbewerb auf dem Internetzugangsmarkt erwarten lässt. Somit ist eine spezifische wettbewerbsbezogene Infrastrukturegulierung auf der Endkundenebene entbehrlich.

Sofern die unterschiedlichen Infrastrukturen, wie in Szenario 1 angenommen, durch unabhängige Unternehmen betrieben werden und flächendeckend verfügbar sind, ist auch eine umfassende Vorleistungsregulierung mangels eines strukturellen Bottleneckproblems nicht mehr erforderlich. Verbleibende Bottlenecksituationen im Einzelfall auf der Ebene der physischen Infrastruktur können hier im Zweifel mittels des allgemeinen kartellrechtlichen Missbrauchsverbots auf Grundlage der Essential Facilities Doktrine gelöst werden.¹¹⁵ Dies gilt im Grundsatz in Szenario 1 selbst dann, wenn in einzelnen Regionen oligopolistische Marktstrukturen bestehen sollten, solange in der Fläche der angenommene intensive Infrastrukturwettbewerb herrscht, so dass keine systematischen Marktversagen drohen. Punktuellen Marktversagen kann in diesem Fall mit einer ex-post-Missbrauchskontrolle begegnet werden.

Auch im Hinblick auf angrenzende Dienstmärkte ist in diesem Szenario eine ex-ante-Zugangsregulierung der Infrastruktur grundsätzlich entbehrlich. Aufgrund des Vorhandenseins paralleler Infrastrukturen und der daraus folgenden Wettbewerbsintensität auf diesem Markt besteht keine systematische Gefahr, dass ein Netzbetreiber Marktmacht auf angrenzende Dienstmärkte übertragen könnte. Daher ist im Grundsatz in Szenario 1 auch keine Netzzugangsregulierung zugunsten von (Telekommunikations- und/oder OTT-) Diensteanbietern erforderlich. Sie verfügen über ausreichend Alternativen, um ihre Dienste anzubieten, die (infrastrukturellen) Marktzutrittsschranken sind damit niedrig, so dass Innovationen auf der Dienstebene jedenfalls daran nicht scheitern. In die-

¹¹⁴ Vgl. Fetzer, T. (2013): Staat und Wettbewerb in dynamischen Märkten, S. 328 f.

¹¹⁵ Vgl. m.w.N. Mestmäcker; E.-J.; Schweitzer, H. (2014), Europäisches Wettbewerbsrecht, 3. Aufl. 2014, § 9 Rn. 52 ff.

sem Szenario ist insbesondere auch zu erwarten, dass aufgrund der Wettbewerbssituation auf der Netzebene prinzipiell privatautonom verhandelte Zugangsprodukte ohne regulatorisches Einschreiten am Markt verfügbar sein werden. Dies auch deshalb, weil es nicht unwahrscheinlich ist, dass bei mehreren parallelen Netzinfrastrukturen Überkapazitäten im Netz bestehen, die von den Netzeigentümern kommerziell vermarktet werden.

In Szenario 1 besteht damit weder ein Bedarf für sektorspezifische marktmachtabhängige ex-ante-Vorleistungsregulierungsmaßnahmen noch für entsprechende marktmachtunabhängige – symmetrische – sektorspezifische ex-ante-Regulierungsmaßnahmen. Dies gilt auch im Hinblick auf die Notwendigkeit von Netzneutralitätsregelungen. Bei funktionsfähigem Wettbewerb im Internetzugangsmarkt sind ex-ante-Netzneutralitätsregelungen im Regelfall nicht erforderlich, da ein einzelner Netzbetreiber nicht über Marktmacht verfügt, die er zulasten von Endkunden oder Diensteanbietern missbräuchlich ausnutzen bzw. zur Behinderung des Wettbewerbs auf angrenzenden Märkten einsetzen könnte.

8.4.2 Mögliche Gegenstände einer sektorspezifischen ex-post-Kontrolle

Aus unserer Sicht besteht in Szenario 1 keine Notwendigkeit für ex-ante-Vorleistungsregulierungsmaßnahmen. Nichtsdestotrotz verbleiben Bereiche, in denen spezifische (ex-post-) Wettbewerbsregeln auch weiterhin erforderlich, zumindest aber sinnvoll sein können, um mögliche systematische Fehlentwicklungen frühzeitig und kurzfristig abstellen zu können. In diesem Zusammenhang sind zwei Aspekte von besonderer Bedeutung:

Erstens muss für Nachfrager – sowohl Endverbraucher als auch OTT-Diensteanbieter – sichergestellt werden, dass sie diskriminierungsfreien Zugang zu Gigabitnetzen erhalten. Dies betrifft insbesondere den Aspekt der Zugangsentgelte, die nicht missbräuchlich hoch sein dürfen. Zwar ist in Szenario 1 von einem intensiven (Preis-) Wettbewerb auszugehen, so dass keine ex-ante-Endkundenentgeltregulierung erforderlich ist. Allerdings muss angesichts der zu erwartenden überragenden Bedeutung von Netzzugängen in der Gigabitwelt 2025+ rechtlich abgesichert werden, dass Kunden auch im Einzelfall vor Ausbeutungsmissbräuchen geschützt sind. Als Instrument hierfür bietet sich ein Rechtsanspruch auf einen diskriminierungsfreien Netzzugang für Kunden an, dessen Konditionen einer allgemeinen Missbrauchskontrolle unterliegen, die sich am Maßstab des heutigen § 28 TKG orientieren könnte. Ein solcher Anspruch würde sich an der Grenze zwischen spezifischem Wettbewerbsrecht und spezifischem Verbraucherschutzrecht bewegen. Unabhängig davon, ob man ihn im Bereich der Marktregulierung oder aber im Verbraucherschutzrecht verortet, sollte dieser Anspruch symmetrisch ausgestaltet werden, so dass es nicht erforderlich ist, vorab in einem spezifischen Marktanalyseverfahren Marktmacht des Verpflichteten festzustellen.

Ein Anspruch auf diskriminierungsfreien Zugang ohne vorherige Feststellung einer marktbeherrschenden Stellung lässt sich zum einen damit begründen, dass bei funktionsfähigem Wettbewerb eine sachlich nicht gerechtfertigte Zugangsverweigerung nicht plausibel ist, so dass eine erfolgreiche Zugangsverweigerung letztlich als Indiz für gleichwohl bestehende Marktmacht im Einzelfall gewertet werden kann. Mit anderen Worten: Aus dem Verhalten kann auf das Vorliegen von Marktmacht geschlossen werden. Zum anderen kann ein marktmachtunabhängiger Anspruch auf diskriminierungsfreien Zugang auch mit der überragenden Bedeutung des Netzzugangs in der Gigabitwelt 2025+ begründet werden, der es als durchaus verhältnismäßig erscheinen lässt, dass Netzbetreiber unabhängig von ihrer Marktposition dazu verpflichtet sind, diskriminierungsfrei (Endkundennetz-) Zugang zu gewähren, soweit sie einen Nachfrager aus technischer Sicht grundsätzlich bedienen können, wobei die hierfür geforderten Entgelte einem telekommunikationsspezifischen Missbrauchsmaßstab entsprechen müssen, wie er sich heute schon in § 28 TKG im Telekommunikationsrecht findet. Damit würde auch den Gedanken der Verfahrensvereinfachung und -beschleunigung Rechnung getragen.

Zweitens muss gewährleistet werden, dass einzelne Netzbetreiber die Kontrolle über Endkunden, die an ihr Netz angeschlossen sind, nicht missbräuchlich ausnutzen. Auch in einer Gigabitwelt 2025+ ist es denkbar, dass ein Netzbetreiber eine Art Terminierungsmonopol besitzt, sofern Kunden kein Multihoming betreiben, also über mehrere Netzzugänge verfügen. Insbesondere dann, wenn Netzbetreiber vertikal integriert sind, also auch im Dienstemarkt tätig sind, oder mit Diensteanbietern Exklusivvereinbarungen abgeschlossen haben, besteht die Möglichkeit, dass sie konkurrierende Dienste benachteiligen. Als besondere Form der Zugangsregulierung können hier ex-post-Netzneutralitätsregelungen einschließlich Interoperabilitätsverpflichtungen erforderlich sein, die sicherstellen, dass im Falle eines missbräuchlichen Verhaltens von Netzbetreibern in Form sachlich nicht gerechtfertigter Diskriminierungen von einzelnen OTT-Diensten schnell eingeschritten werden kann und auch qualitätssensitive Dienste netzübergreifend angeboten bzw. genutzt werden können. Dies entspricht im Grundsatz dem Konzept, das auch heute schon von der Europäischen Verordnung zur Netzneutralität verfolgt wird.¹¹⁶

Für alle spezifischen ex-post-Maßnahmen gilt schließlich, dass angesichts der zu erwartenden Heterogenität der Netzlandschaft regionale Eingriffe möglich sein müssen. Dies kann in einem ex-post-Regime, das auf zutage getretene missbräuchliche Verhaltensweisen reagiert, aber im Zweifel einfacher bewerkstelligt werden als im Rahmen einer Vorabregulierung. Bei einer ex-post-Missbrauchskontrolle besteht der Regulierungseingriff darin, einen konkret festgestellten Missbrauch abzustellen. Da sich der

¹¹⁶ Vgl. Europäische Union (2015): Verordnung (EU) 2015/2120 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 über Maßnahmen zum Zugang zum offenen Internet und zur Änderung der Richtlinie 2002/22/EG über den Universaldienst und Nutzerrechte bei elektronischen Kommunikationsnetzen und -diensten sowie der Verordnung (EU) Nr. 531/2012 über das Roaming in öffentlichen Mobilfunknetzen in der Union, ABl. EU Nr. L 310, 1, elektronisch verfügbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2120&from=DE>.

Missbrauch aber immer auf einen bestimmten (geographischen) Markt bezieht, ist die entsprechende wettbewerbsrechtliche Abstellungsmaßnahme zwangsläufig auf diesen Markt bezogen und kann somit regionale Differenzierungen abbilden.

8.4.3 Bedeutung des allgemeinen Wettbewerbsrechts

Wie bereits ausgeführt ist das europäische allgemeine Wettbewerbsrecht stets unabhängig von der Existenz spezifischer Regelungen anwendbar. Führt man die spezifische Wettbewerbsregulierung in Szenario 1 auf eine weitgehende ex-post-Kontrolle in einzelnen Anwendungsfeldern zurück, führt dies voraussichtlich dazu, dass dem allgemeinen Wettbewerbsrahmen eine größere praktische Bedeutung zukommt, soweit es um wettbewerbsbehindernde Maßnahmen im Einzelfall geht.

Diese Bedeutungszunahme betrifft alle drei Felder des allgemeinen Wettbewerbsrechts: Das Verbot des Missbrauchs einer marktbeherrschenden Stellung des Art. 102 AEUV ist relevant, um ergänzend zum telekommunikationsspezifischen Missbrauchsverbot zu verhindern, dass eventuell fortbestehende einzelnen Infrastrukturbottlenecks zur Behinderung des Wettbewerbs auf angrenzenden Märkten genutzt werden bzw. ein Ausbeutungsmissbrauch in Form eines Konditionenmissbrauchs stattfindet. Ebenso kann es zur Verhinderung von Preis-Kosten-Scheren eingesetzt werden, sofern Netzbetreiber vertikal integriert sind. Das Verbot wettbewerbsbeschränkender Vereinbarungen des Art. 101 AEUV ist von Bedeutung für horizontale Vereinbarungen zwischen Netzbetreibern, die die Intensität des infrastrukturbasieren Wettbewerbs beeinträchtigen, insbesondere aber auch für vertikale Vereinbarungen zwischen Netzbetreibern und Diensteanbietern, die mögliche Anreize für Netzbetreiber zu vertikalen Diskriminierungsstrategien schaffen. Im Rahmen der Fusionskontrolle ist schließlich darauf zu achten, dass sich nicht durch horizontale Zusammenschlüsse die Wettbewerbsintensität im Infrastrukturmarkt verschlechtert oder aufgrund vertikaler Zusammenschlüsse Netzbetreiber einen Anreiz erhalten, den Wettbewerb in angrenzenden Dienstemärkten zugunsten eigener Dienste zu behindern.

8.4.4 Monitoring

Die Möglichkeit zur radikalen Abkehr von der bestehenden streng kostenorientierten ex-ante-Zugangsregulierung in Szenario 1 hängt entscheidend davon ab, dass funktionsfähiger Infrastrukturwettbewerb und daraus folgend Dienstewettbewerb besteht. Es ist daher von zentraler Bedeutung, dass dauerhaft von einer Regulierungsbehörde und nicht nur anlassbezogen im Rahmen von Missbrauchsverfahren überprüft wird, ob sich das Wettbewerbsniveau auf der Infrastruktur- und/oder der Diensteebene verschlechtert, um ggf. frühzeitig über den Einsatz des ex-post-Kontrollinstrumentariums entscheiden zu können.

8.4.5 Sonstiger wettbewerbsbezogener Regelungsbedarf

Wettbewerbsbezogener Regelungsbedarf besteht jenseits der Marktregulierung im engeren Sinn darüber hinaus auch dahingehend, dass Kunden von Infrastrukturiern in der Lage sein müssen, ihren Internetzugangsanbieter zu wechseln, um so den Wettbewerbsdruck hoch zu halten. Relevant hierfür sind in erster Linie Regelungen zur Senkung möglicher Wechselkosten. Beispiele hierfür sind Kündigungsrechte sowie Regelungen über die Höchstdauer von Laufzeitverträgen. Zudem muss sichergestellt werden, dass Wechselprozesse auch praktisch handhabbar sind und rechtlich bestehende Wechselmöglichkeiten nicht faktisch unterlaufen werden können. Hierbei handelt es sich zwar primär um Verbraucherschutzrechtliche Vorschriften, die jedoch – ebenso wie der oben skizzierte Netzzugangsanspruch für Endkunden – jedenfalls mittelbar auch für die Funktionsfähigkeit des Wettbewerbs von Bedeutung sind.

Darüber hinaus ist es relevant, dass gerade der intermodale Wettbewerb zwischen festnetzbasierter Infrastruktur und Mobilfunknetzen möglichst intensiv fortbesteht. Hierzu können insbesondere frequenzrechtliche Regelungen zu treffen sein, die den möglichen intermodalen Wettbewerb zwischen Festnetz und Mobilfunk sicherstellen. Geht man davon aus, dass Mobilfunknetze in der Gigabitwelt 2025+ teilweise eine komplementäre, teilweise eine substituierende Stellung gegenüber Festnetztechnologien einnehmen, jedenfalls aber von erheblicher Bedeutung sein werden, ist es wichtig, dass die Vergabe von Frequenzen so erfolgt, dass die Kontrolle über Frequenzen von den Zuteilungsinhabern nicht missbräuchlich zur Beschränkung des Wettbewerbs ausgenutzt werden kann. Dies ist gerade auch bei intermodalen Zusammenschlussvorhaben im Blick zu behalten.

8.4.6 Zusammenfassung

In Szenario 1 ist eine weitreichende Deregulierung und damit eine radikale Abkehr vom bisherigen System der Marktregulierung möglich. Marktmachtabhängige ex-ante-Regulierungseingriffe sind in diesem Szenario zur Sicherstellung von Wettbewerb auf der Netzebene sowie auf angrenzenden Märkten nicht mehr erforderlich und sollten daher im gesetzlichen Regulierungsrahmen auch nicht mehr enthalten sein.

Angesichts der zu erwartenden Heterogenität der Infrastrukturlandschaft kann es aber in bestimmten Bereichen erforderlich bleiben, sektorspezifische ex-post-Regulierungsmaßnahmen vorzusehen. Hier ist insbesondere an die Einführung symmetrischer ex-post-Kontrollbefugnisse (einschließlich Netzneutralität) zu denken, mit denen missbräuchliche Zugangsverweigerungen gegenüber Nachfragern (Telekommunikationsdienste, OTT-Dienste und Verbraucher) im Einzelfall schnell abgestellt werden können, ohne dass zuvor Marktmacht in einem aufwändigen Marktanalyseverfahren festgestellt worden sein muss.

Ein Paradigmenwechsel weg von der ex-ante-Regulierung hin zu einer Missbrauchsaufsicht, die anhand transparenter Maßstäbe in konkreten Verfahren kurzfristige Entscheidungen trifft, reduziert die Komplexität und erhöht die Vorhersehbarkeit der Regulierung, beschleunigt in der Folge die Reaktionsfähigkeit der Marktteilnehmer in einer dynamischen Marktumgebung und erhöht die Effizienz regulatorischer Prozesse. Das Primat von Verhandlungslösungen nimmt dabei alle Marktteilnehmer in die Pflicht, technische, prozessuale und kommerzielle Lösungen zu finden, welche anstelle einer Regulierung treten können.

8.5 Szenario 2: Digitale Transformation ohne ausgeprägten Infrastrukturwettbewerb

Szenario 2 zeichnet sich dadurch aus, dass es zwar auf der (Telekommunikations- und OTT-) Dienstebene ausgeprägten Wettbewerb gibt, auf der Infrastrukturebene hingegen nur ein (oder maximal zwei) Zugangsnetz(e) verfügbar ist (sind). Dementsprechend besteht, wenn überhaupt, nur eingeschränkter Wettbewerb auf der Infrastrukturebene.

Gleichwohl kommt es in diesem Szenario nicht zu Marktversagen und damit einhergehenden Beeinträchtigungen der Innovationstätigkeit auf angrenzenden Dienstmärkten. Dieses Szenario würde beispielsweise vorliegen, wenn unter der Annahme einer Nichtsubstituierbarkeit von Festnetzprodukten durch Mobilfunkprodukte auf der Infrastrukturebene im Festnetz nur ein Wholesale-only Anbieter tätig ist, der Telekommunikationsdiensteanbietern diskriminierungsfreien Zugang zu seinen Vorleistungsprodukten anbietet, ohne selbst im Endkundennetz Zugangs- oder Dienstemarkt tätig zu sein.

8.5.1 Ex-post-Kontrolle mit eingeschränkter ex-ante-Regulierungsbefugnis

Aus wettbewerblicher Sicht besteht in diesem Szenario ebenso wie in Szenario 1 kein aktuelles Wettbewerbsproblem, das ein regulatorisches Eingreifen erforderlich machen würde. Die sektorspezifische Regulierung kann also wie in Szenario 1 deutlich zurückgeführt werden und sich darauf beschränken, durch eine telekommunikationsspezifische ex-post-Missbrauchskontrolle den diskriminierungsfreien Zugang von Telekommunikationsdiensteanbietern zur vorhandenen Infrastruktur abzusichern und somit Wettbewerb auf dem Vorleistungsmarkt zu gewährleisten. Vor diesem Hintergrund ist nicht damit zu rechnen, dass auf angrenzenden Dienstmärkten infrastrukturverursachte Wettbewerbsprobleme entstehen.

Allerdings ist entsprechend Szenario 1 (dort bezogen auf die Infrastrukturanbieter) in Szenario 2 im Hinblick auf die Telekommunikationsdiensteanbieter, gerade wenn diese alle dieselbe Infrastruktur nutzen, durch eine marktmachtunabhängige ex-post-Kontrolle sicherzustellen, dass sie ihrerseits OTT-Diensten diskriminierungsfreien Gigabitnetzzugang zu Telekommunikationsdiensten gewähren.

8.5.2 Mögliche ex-ante-Regulierungsbefugnisse

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Szenarien 1 und 2 besteht darin, dass in Szenario 2 nur eine (maximal zwei) Infrastruktur/en zur Verfügung steht/en, die für Nachfrager (Endkunden, Telekommunikationsdiensteanbieter und Diensteanbieter) ein mögliches Bottleneck darstellt (darstellen). Dies führt nur deshalb nicht zu einem Marktversagen, weil der/die Netzeigentümer aufgrund wirtschaftlicher Erwägungen privatautonom Telekommunikationsdiensteanbietern Netzzugang auf der Vorleistungsebene gewährt/en. Da hier also a priori keine rechtliche Verpflichtung (und kein wettbewerblicher Zwang) zur Gewährung von Netzzugang auf der Vorleistungsebene besteht, ist es nicht ausgeschlossen, dass der Netzeigentümer im Laufe der Zeit den Zugang missbräuchlich einschränkt und es dadurch zu einem Marktversagen auf dem Internetzugangsmarkt und/oder angrenzenden OTT-Dienstmärkten kommt:

So ist es vorstellbar, dass der Eigentümer die Kontrolle über das Netz zu einem Ausbeutungsmissbrauch nutzt, indem er überhöhte Vorleistungsentgelte von allen Telekommunikationsdiensteanbietern fordert, die dann letztlich auch zu höheren Endkundenentgelten führen. Denkbar ist es aber auch, dass der Netzbetreiber sein Geschäftsmodell verändert und sich vertikal integriert und entweder auf dem Telekommunikationsdienstemarkt und/oder angrenzenden OTT-Dienstmärkten tätig wird. In diesem Fall hat er einen Anreiz, den Wettbewerb auf diesen angrenzenden Märkten zu seinen Gunsten durch Zugangsbeschränkungen auf der Infrastrukturebene gegenüber einzelnen Telekommunikationsdienste- oder sonstigen Diensteanbietern zu behindern. Schließlich können entsprechende Anpassungen bei der Strategie auch durch Übernahmen durch Dritte bedingt sein.

Aufgrund der mono- oder duopolistischen Anbieterstruktur auf dem Infrastrukturmarkt sind die dargestellten Gefahren potenziell durchaus systematischer Natur: Verändert der Netzeigentümer seine Geschäftspolitik, droht ein generelles Marktversagen, welches die digitale Transformation gefährdet, und nicht nur ein isolierter Marktmachtmissbrauch. Dies legt es nahe, dass in Szenario 2 nicht vollständig darauf verzichtet werden sollte, der Regulierungsbehörde ex-ante-Vorleistungsregulierungsinstrumente zur Verfügung zu stellen, mit denen sie im Zweifelsfall bei erkennbaren systematischen Wettbewerbsproblemen einschreiten kann, die sich aus der oligopolistischen Infrastrukturebene ergeben können.

Vor dem Hintergrund der „Steady State“ Annahme sind Regulierungsinstrumente, die den Infrastrukturwettbewerb stärken sollen, in diesem Szenario von vorneherein wenig zielführend. Stattdessen erscheint es sinnvoll, für Missbrauchsfälle Instrumente vorzusehen, mit denen der Telekommunikationsdienstewettbewerb auf Grundlage des vorhandenen Netzes gefördert wird („Wettbewerb im Netz“). Konkrete Instrumente hierfür sind Verpflichtungen zum diskriminierungsfreien Netzzugang auf Wertschöpfungsstufen oberhalb der physischen Infrastruktur (z. B. in Form von Resale- bzw. Diensteanbieterverpflichtungen). Sofern ein Infrastrukturihaber nicht autonom diskriminierungsfreien

Netzzugang zu nicht missbräuchlichen Entgelten an Zugangspetenten gewährt, sollte ihm eine entsprechende Verpflichtung auferlegt werden können. Vorbild könnte dabei ein Maßstab entsprechend § 28 TKG sein, der sich vom allgemeinen kartellrechtlichen Missbrauchsverbot insbesondere dadurch unterscheiden würde, dass er nicht nur eine Gleichbehandlung externer Nachfrager verlangt, sondern auch eine Gleichbehandlung von externen und unternehmensinternen Zugangsnachfragern.¹¹⁷ Diese Variante stünde in der europäischen Regulierungstradition, die der Überzeugung folgt, dass die regulatorische Sicherstellung von Wettbewerb im Vorleistungsmarkt, die eine Regulierung von Endkundenmärkten überflüssig macht, gegenüber einer umfassenden Endkundenmarktregulierung effizienter und weniger fehleranfällig und daher vorzugswürdig ist.¹¹⁸

Zur Feststellung, ob ein systematisches Wettbewerbsproblem besteht, könnte zusätzlich zur Prüfung eines Marktversagens verlangt werden, dass von der Regulierungsbehörde untersucht werden muss, ob – entsprechend des dritten Kriteriums des Drei-Kriterien-Tests aus § 10 Abs. 2 TKG – das allgemeine Wettbewerbsrecht ausreicht, um dem betreffenden Marktversagen entgegenzuwirken. Aufgrund der vorgeschlagenen Vermutungsregel würde der Drei-Kriterien-Test damit zu einem Zwei-Kriterien-Test modifiziert werden.

Auch in Szenario 2 ist im Vergleich zum aktuellen Rechtsrahmen eine deutliche Reduktion der Regulierungsintensität und auch der Regulierungskomplexität möglich und angezeigt. Eine ex-ante-Zugangsregulierung käme überhaupt nur dann in Betracht, wenn sich Szenario 2 aufgrund unternehmensstrategischer Entscheidungen hin zu Szenario 3 bewegt. Entsprechend stellt diese eine mögliche Drohkulisse dar.

Die Regulierungsintensität würde in zweifacher Hinsicht zurückgeführt werden. Zum einen wäre die Auferlegung einer ex-ante-Zugangsverpflichtung nur davon abhängig, dass zuvor ein Marktversagen festgestellt worden wäre, zu dessen Beseitigung das allgemeine Wettbewerbsrecht nicht ausreicht. Netzbetreiber würden also nicht wie im derzeitigen System der Marktregulierung allein aufgrund ihrer Marktposition der ex-ante-Regulierung unterworfen, sondern nur im konkreten Marktversagensfall. Solange also Szenario 2 unverändert fortbestände, fände eine konkrete ex-ante-Vorleistungsregulierung nicht statt. Zum anderen könnte selbst im Falle einer auferlegten Vorleistungsregulierung die damit unausweichlich erforderliche Regulierung der Vorleistungsentgelte auf eine Regulierung am allgemeinen Missbrauchsmaßstab entsprechend § 28 TKG beschränkt werden, die regelmäßig weniger aufwändig als eine kostenorientierte Entgeltkontrolle ist.

Bereits diese Ausgestaltung der Vorleistungsregulierung würde nicht nur die Regulierungsintensität reduzieren, sondern auch zu einer Rückführung der Regulierungskom-

¹¹⁷ Str. dafür Fetzer, T. (2015) in: Arndt, H.-W.; Fetzer, T.; Scherer, J.; Graulich, K. (2015): TKG, Telekommunikationsgesetz, Kommentar, 2. Aufl., § 28 Rn. 75; dagegen Mayen, T. (2008) in: Scheurle, K.-D.; Mayen, T. (2008): TKG, Telekommunikationsgesetz, Kommentar, 2. Aufl., § 28 Rn. 73.

¹¹⁸ Vgl. Fetzer, T. (2013): Staat und Wettbewerb in dynamischen Märkten, S. 251 ff.

plexität beitragen. Letztere würde zudem dadurch reduziert werden, dass die Auferlegung von Netzzugangspflichten ohne vorherige Durchführung eines Marktanalyseverfahrens auskäme, bei dem zusätzlich festgestellt werden müsste, ob ein Markt durch erhebliche Marktzutrittschranken gekennzeichnet ist und auch längerfristig nicht zum Wettbewerb tendiert, wie dies heute nach § 10 Abs. 2 TKG der Fall ist. Da in Szenario 2 der Infrastrukturmarkt monopolistisch, bestenfalls duopolistisch geprägt ist, wäre statt einer Marktanalyse eine gesetzliche Vermutungsregel zugunsten des Vorliegens von Marktmacht (ggf. in Form von Joint Dominance) durchaus denkbar.

Neben der Etablierung von ex-ante-Zugangsrechten zugunsten von Telekommunikationsdiensteanbietern ist in Szenario 2 auch die Frage nach gesetzlichen Netzneutralitätsregelungen zu stellen, die im Ergebnis einem Anspruch auf diskriminierungsfreien Netzzugang für Endkunden und Diensteanbieter gleichkommen. Solange es im Internetzugangsmarkt Wettbewerb gibt, sind ex-ante-Netzneutralitätsregelungen nicht erforderlich, da mögliche Gefahren von Abweichungen von einer neutralen Datenübertragung als gering einzustufen sind.¹¹⁹ Dies gilt im Grundsatz unabhängig davon, ob der Wettbewerb im Internetzugangsmarkt infrastrukturbasiert oder dienstebasiert ist. Da in Szenario 2 ebenso wie in Szenario 1 Wettbewerb in diesem Markt herrscht, sind ex-ante-Netzneutralitätsregelungen hier prinzipiell ebenfalls nicht erforderlich; vielmehr sollten auch hier die Regelungen der heutigen europäischen Verordnung genügen, um punktuelle Missbräuche auszuschließen.

Der Wettbewerb im Telekommunikationsdienstemarkt ist in Szenario 2 weniger gesichert als in Szenario 1, weil er von einer privatautonomen Entscheidung des Infrastruktureigentümers abhängt. Da sich diese grundsätzlich jederzeit ändern kann, kann es erforderlich sein, für den Fall einer solchen Verhaltensänderung ex-ante-Zugangsrechte nicht nur für Telekommunikationsdiensteanbieter vorzusehen, sondern auch zugunsten von Nutzern. Ebenso wie bei der Auferlegung solcher ex-ante-Zugangsrechte zugunsten von Telekommunikationsdiensteanbietern ist es auch hier naheliegend, diese zugunsten von Nutzern (einschließlich OTT-Diensteanbietern) nur dann aufzuerlegen, wenn es tatsächlich zu einem entsprechenden Marktversagen gekommen ist. Die konkrete Ausgestaltung kann auch bei dieser Form des diskriminierungsfreien Netzzugangs marktmachtunabhängig erfolgen. Da in Szenario 2 davon ausgegangen werden kann, dass Netzbetreiber regelmäßig über Marktmacht verfügen (ggf. in Form von Joint Dominance) ist es ebenfalls entbehrlich, hier ein aufwändiges Verfahren der Marktanalyse vorzusehen.

119 Vgl. Fetzer, T.; Schweitzer, H.; Peitz, M. (2013): Flexible Geschäftsmodelle in der Telekommunikation und die Netzneutralitätsdebatte, Wirtschaftsdienst 2013, Vol. 93; Iss. 10, S. 695 ff., elektronisch verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/126421/1/769986722.pdf>; Fetzer, T.; Schweitzer, H.; Peitz, M. (2012): Die Netzneutralitätsdebatte aus ökonomischer Sicht, Wirtschaftsdienst, Vol. 92, Iss. 11, S. 777 ff., elektronisch verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/106698/1/733571719.pdf>.

8.5.3 Bedeutung des allgemeinen Wettbewerbsrechts

Ebenso wie in Szenario 1 kommt auch in Szenario 2, bei dem die Regulierungsbehörde zwar über die Möglichkeit zur Auferlegung von Vorabzugangsverpflichtungen verfügt, hiervon aber nur im Falle eines festgestellten systematischen Missbrauchs Gebrauch machen soll, dem allgemeinen Wettbewerbsrecht zur Sicherstellung des Wettbewerbs eine bedeutsame ergänzende Stellung zu. So wäre nach der hier vorgeschlagenen Systematik von der Regulierungsbehörde stets zu prüfen, ob das allgemeine Wettbewerbsrecht zur Beseitigung eines Marktversagens ausreicht, bevor sie eine ex-ante-Zugangsverpflichtung auferlegt. Im Wesentlichen wird sich dies auf die Anwendung von Art. 102 AEUV beziehen müssen.

Ebenso wie in Szenario 1 ist in Szenario 2 eine wichtige Aufgabe des allgemeinen Wettbewerbsrechts die Kontrolle von vertikalen Absprachen zwischen Netzeigentümern und Diensteanbietern am Maßstab des Art. 101 AEUV. Weiterhin kommt der Fusionskontrolle erhebliche Bedeutung zu. Dies zum einen in horizontaler Hinsicht, um zu verhindern, dass die Intensität des infrastrukturbasierten Wettbewerbs weiter abnimmt. Zum anderen aber auch in vertikaler Richtung, sofern ein Netzeigentümer beabsichtigt, sich durch eine Fusion vertikal zu integrieren, wodurch sich seine Anreize zur Gewährung von diskriminierungsfreiem Netzzugang an Telekommunikationsdiensteanbieter ebenso wie an Diensteanbieter negativ verändern können.

8.5.4 Monitoring

In Szenario 2 erhält das auch für Szenario 1 vorgeschlagene Monitoring der Wettbewerbssituation eine ungleich größere Bedeutung. Da in Szenario 2 die Gefahr von Marktversagen aufgrund der geringen Intensität infrastrukturbasierten Wettbewerbs ungleich höher ist, muss die Regulierungsbehörde regelmäßig überprüfen, inwieweit sich die Wettbewerbssituation auf dem Telekommunikationsinfrastrukturmarkt, dem Telekommunikationsdienstemarkt, aber auch auf angrenzenden Dienstmärkten verändert, um ggf. kurzfristig über die konkrete Auferlegung der ihr generell zur Verfügung stehenden Vorabverpflichtungen entscheiden zu können. Darüber hinaus ist es hier auch erforderlich, dass die Regulierungsbehörde die Wirksamkeit von auferlegten Vorabverpflichtungen kontinuierlich überwacht, um ggf. nachsteuern zu können, sofern solche Verpflichtungen im Laufe der Zeit nicht mehr erforderlich sein sollten.

8.5.5 Sonstiger wettbewerbsbezogener Regelungsbedarf

Ebenso wie in Szenario 1 sind Vorschriften vorzusehen, die den Wechsel von Nachfragern zwischen verschiedenen Internetzugangsanbietern ermöglichen. Diese an der Grenze zum Verbraucherschutz befindlichen Regelungen (jedenfalls solche, die sich auf Endkunden beziehen) haben bei einem niedrigen Wettbewerbsniveau auf der Ebe-

ne der Infrastruktur noch größere Bedeutung als in Szenario 1, bei dem der Wettbewerbsdruck für Infrastrukturanbieter per se ungleich größer ist.

Auch in Szenario 2 muss die Frequenzvergabe so ausgestaltet werden, dass das ohnehin niedrige Niveau an infrastrukturbasierendem Wettbewerb nicht weiter absinken kann. Besondere Aufmerksamkeit ist hier angezeigt, wenn ein festnetzbasierter Netzanbieter Frequenzen erwirbt. Dies kann durchaus unproblematisch sein, sofern die Frequenzen komplementär zum Festnetz eingesetzt werden. Es besteht aber auch die Gefahr, dass in einem solchen Fall der Wettbewerb im Internetzugangsmarkt reduziert wird, soweit der Mobilfunk substituierenden Charakter hat.

8.5.6 Zusammenfassung

In Szenario 2 ist ebenso wie in Szenario 1 eine ex-ante-Regulierung von Gigabitnetzen nicht erforderlich. Allerdings ist in Szenario 2 die Gefahr von Marktversagen deutlich höher einzustufen, da Telekommunikationsdiensteanbieter ebenso wie sonstige Diensteanbieter von einer oder maximal zwei Infrastruktur(en) abhängen. Daher sollte in Szenario 2 die Regulierungsbehörde die Befugnis erhalten, im Falle eines festgestellten Marktversagens, d. h. bei Indizien für eine Migration weg von Szenario 2 hin zu Szenario 3, dem Infrastruktureigentümer eine Verpflichtung zur Gewährung von diskriminierungsfreiem Netzzugang zugunsten von Telekommunikationsdiensteanbietern und/oder Diensteanbietern auf angrenzenden Märkten aufzuerlegen. Wie in Szenario 1 kann es zudem erforderlich sein, einen solchen diskriminierungsfreien Zugangsanspruch im Verhältnis zu Internetzugangsanbietern (auch unter verbraucherrechtlichen Gesichtspunkten) auch zugunsten von Endkunden vorzusehen.

Im Vergleich zum regulatorischen Status quo würde dies gleichwohl in mehrfacher Hinsicht eine Rücknahme der Regulierungsintensität bedeuten: Zunächst wäre die aufwändige Untersuchung von Marktmacht im Rahmen eines Marktanalyseverfahren entbehrlich. Voraussetzung für die Auferlegung einer Vorabverpflichtung wäre das Vorliegen eines Marktversagens sowie die Feststellung, dass zu dessen Beseitigung das allgemeine Wettbewerbsrecht nicht genügt. Der Wettbewerb auf dem Endkundenmarkt wäre ausschlaggebend und in Anbetracht des beschriebenen funktionierenden Dienstewettbewerbs wäre davon auszugehen, dass es sich nur um eine geringe Zahl von Fällen handeln dürfte, in denen ein telekommunikationsspezifisches Eingriffserfordernis bestände. Darüber hinaus könnte die Verpflichtung zur diskriminierungsfreien Gewährung von Netzzugang mit einer Entgeltkontrolle anhand eines allgemeinen Missbrauchsmaßstabs entsprechend § 28 TKG verknüpft werden, der im Vergleich zu einer kostenorientierten Entgeltkontrolle weniger aufwändig ist.

8.6 Szenario 3: Digitale Transformation ohne ausgeprägten infrastruktur-basierten Wettbewerb und Konzentration im Dienstemarkt

Szenario 3 entspricht im Hinblick auf die Intensität infrastruktur-basierten Wettbewerbs zunächst Szenario 2. Allerdings sind in Szenario 3 auch auf angrenzenden Dienstemarkten Konzentrationstendenzen zu beobachten. Dies könnte grundsätzlich sogar positive Auswirkungen auf den Wettbewerb im Internetzugangsmarkt haben, wenn einem marktmächtigen Infrastrukturinhaber vergleichbar starke Diensteanbieter gegenüberstehen, die die Marktmacht des Infrastruktureigentümers aufgrund ihrer eigenen Stärke disziplinieren können.

Allerdings realisiert sich in Szenario 3 die Gefahr von Marktversagen aufgrund der monopolistischen bzw. duopolistischen Struktur des Infrastrukturmarktes insbesondere auf angrenzenden Dienstemarkten deshalb, weil sich Infrastruktureigentümer und Diensteanbieter im Zusammenspiel den Markt aufteilen und Nachfragern ein Angebot aus einer Hand anbieten. Dadurch geht auch auf den Dienstemarkten der Preis- und der Qualitätswettbewerb (und damit auch das Innovationsniveau) zurück. Im Gegensatz zu Szenario 2 hat also in Szenario 3 eine vertikale Verknüpfung zwischen Infrastruktur und Diensteanbieter bereits stattgefunden, sei es in Form von Fusionen oder entsprechenden vertraglichen Vereinbarungen zwischen Netzeigentümern und Diensteanbietern.¹²⁰

8.6.1 Eingeschränkte ex-ante-Regulierung der Infrastruktur

In einem Szenario, in dem es aufgrund des niedrigen Wettbewerbsniveaus auf der Ebene der Infrastruktur bereits zu Marktversagen, zumindest aber zu festgestellten Einschränkungen des Angebots und der Innovationstätigkeit auf angrenzenden Dienstemarkten kommt, ist der mögliche Bedarf nach sektorspezifischen Vorabverpflichtungen ungleich größer als in Szenario 2. Während in Szenario 2 zwar eine Gefahr von Marktversagen besteht, die es rechtfertigt, der Regulierungsbehörde Instrumente für den Fall in die Hand zu geben, dass sich die Gefahr realisiert, ist in Szenario 3 zu erwarten, dass der Regulierungsbehörde diese Instrumente nicht nur gesetzlich zur Verfügung gestellt werden müssen, sondern sie diese Instrumente auch systematisch einsetzt.

8.6.2 Mögliche ex-ante-Regulierungsbefugnisse

Ebenso wie in Szenario 2 sollte der Regulierungsbehörde gesetzlich die Befugnis eingeräumt werden, zum einen dem Netzeigentümer eine ex-ante-Verpflichtung aufzuerlegen, Telekommunikationsdiensteanbietern diskriminierungsfreien Zugang auf der Vor-

¹²⁰ Wie oben unter Kapitel 8.3 werden dabei nur solche Wettbewerbsprobleme auf der Ebene des Diensteanbieters berücksichtigt, die kausal durch Wettbewerbsprobleme auf der Infrastrukturebene verursacht werden. Soweit es auf der Diensteebene aufgrund anderweitiger Faktoren, z. B. der Kontrolle über große Datenbestände, zu Wettbewerbsproblemen kommt, die unabhängig von der Intensität infrastruktur-basierten Wettbewerbs sind, ist dies nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

leistungsebene zu gewähren, dessen Entgelte einer Kontrolle am telekommunikations-spezifischen Missbrauchsmaßstab unterliegen. Auf diese Weise kann der Telekommunikationsdienstewettbewerb stimuliert werden, der sich positiv auch auf die Marktzutritt-schancen von Diensteanbietern auf angrenzenden Märkten auswirken kann. Zum anderen sollte auch die Möglichkeit vorgesehen werden, Infrastruktureigentümer dazu zu verpflichten, OTT-Diensteanbietern diskriminierungsfreien Netzzugang zu gewähren. Schließlich gewinnt in diesem Szenario auch die Frage nach marktmachtunabhängigen Netzneutralitätsregelungen größere Bedeutung.

Diese möglichen Vorabverpflichtungen sollten dabei allerdings ebenso wie in Szenario 2 von der Regulierungsbehörde konkret-individuell auferlegt werden und nicht bereits gesetzlich vorgeschrieben sein. Die gesetzliche Regelung entsprechender Vorabverpflichtungen hat im Gegensatz zur behördlichen Auferlegung den Nachteil, dass sie im Falle von wirtschaftlichen oder technischen Marktveränderungen nur verzögert reagieren kann, da zunächst eine Gesetzesänderung hierfür erforderlich ist. Die Regulierungsbehörde kann entsprechende Verpflichtungen hingegen schon aufgrund allgemeiner verwaltungsrechtlicher Grundsätze vergleichsweise einfach widerrufen,¹²¹ sofern sich die Wettbewerbssituation auf dem Infrastrukturmarkt oder angrenzenden Dienstemärkten verbessert.

Im Hinblick auf die Voraussetzungen für die Auferlegung von Vorabverpflichtungen sollte wie in Szenario 2 nur daran angeknüpft werden, dass es auf dem Infrastruktur- oder einem angrenzenden Dienstemarkt aufgrund eines Marktversagens auf der Ebene der Infrastruktur zu Wettbewerbsproblemen kommt, zu deren Beseitigung das allgemeine Wettbewerbsrecht nicht ausreicht. In Anbetracht der beschriebenen Wettbewerbsverhältnisse auf dem Dienstemarkt erscheint die Auferlegung von Vorabverpflichtungen in diesem Falle jedoch wahrscheinlicher. Eine gesonderte Feststellung von Marktmacht in einem formalisierten Verfahren wäre hier jedoch ebenso wie in Szenario 2 entbehrlich.

8.6.3 Bedeutung des allgemeinen Wettbewerbsrechts

Zunächst einmal hat das allgemeine Wettbewerbsrecht auch in Szenario 3 deshalb eine wesentliche Bedeutung, weil eine Voraussetzung für die Auferlegung von Vorabverpflichtungen ist, dass das allgemeine Wettbewerbsrecht nicht ausreicht, um ein festgestelltes Marktversagen auf der Ebene der Infrastruktur oder der Dienste zu beseitigen. Es ist also stets von der Regulierungsbehörde vorab zu prüfen, welche wettbewerbsrechtlichen Möglichkeiten bestehen, bevor eine Vorabverpflichtung auferlegt wird.

Ebenso wie in Szenario 2 kommt dem Wettbewerbsrecht darüber hinaus aber auch deshalb wesentliche Bedeutung zu, weil in Szenario 3 die Wettbewerbsprobleme gerade auf den Dienstemärkten eine Folge von vertikalen Verbindungen zwischen Infrastruktur- und Dienstebene sind. Soweit dies in Gestalt von Fusionen erfolgt, kommt da-

¹²¹ Vgl. § 49 VwVfG.

her der Fusionskontrolle eine wichtige Aufgabe zu. Soweit es sich um Vereinbarungen zwischen Infrastruktureigentümer und Diensteanbietern handelt, ist eine genaue Prüfung ihrer Zulässigkeit am Maßstab des Art. 101 AEUV erforderlich.

Das Wettbewerbsrecht wird aber in Szenario 3 auch deshalb potenziell Bedeutung gewinnen, weil in diesem Szenario Wettbewerbsprobleme im Dienstemarkt bestehen, die unabhängig von der Infrastrukturebene sein können. Hier wird zu prüfen sein, ob sie wirksam mit den Mitteln des Wettbewerbsrechts gelöst werden können oder ob für diesen Bereich die Einführung neuer Eingriffsbefugnisse, insbesondere für Plattformen, angezeigt ist, wie dies im Weissbuch Digitale Plattformen des BMWi vorgeschlagen worden ist.¹²²

8.6.4 Monitoring

Für Szenario 3 gilt im Hinblick auf das Monitoring dasselbe wie für Szenario 2: Die Regulierungsbehörde muss kontinuierlich die Wettbewerbsentwicklung im Infrastrukturmärkte ebenso wie auf den angrenzenden Dienstemärkten überprüfen, um zu entscheiden, ob sie auf der Infrastrukturebene Vorabverpflichtungen auferlegt, beibehält oder aufhebt, sofern sich die Wettbewerbssituation auf einem dieser Märkte verändert.

8.6.5 Sonstiger wettbewerbsbezogener Regelungsbedarf

Hier gilt sowohl im Hinblick auf die Wechselmöglichkeiten der Nachfrager als auch bezogen auf die Frequenzvergabe, was auch für Szenario 2 ausgeführt wurde.

8.6.6 Zusammenfassung

Auch wenn sich die Wettbewerbsverhältnisse und der Grad der digitalen Transformation in den Szenarien 2 und 3 deutlich unterscheiden, bietet der von uns vorgeschlagene Rahmen eine ausreichende Flexibilität, um die Aufsichtsbehörden mit den erforderlichen Instrumenten auszustatten. Szenario 3 entspricht im Hinblick auf den erforderlichen gesetzlichen Regulierungsrahmen daher im Wesentlichen demjenigen, der auch in Szenario 2 erforderlich wäre. Während dieser in Szenario 2 jedoch vornehmlich die Funktion einer Drohkulisse innehat, wird er in Szenario 3 mit höherer Wahrscheinlichkeit zur Anwendung kommen müssen, da sich die Wettbewerbsverhältnisse auf Ebene der Infrastruktur negativ auf die Angebots- und Diensteebene niederschlagen.

¹²² Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Weissbuch Digitale Plattformen Digitale Ordnungspolitik für Wachstum, Innovation, Wettbewerb und Teilhabe, 07.03.2017, S. 63 ff., elektronisch verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/weissbuch-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=22.

8.7 Szenario 4: Verfehlte digitale Transformation

In Szenario 4 wird das auch in den Szenarien 2 und 3 vorhandene niedrige infrastrukturbasierte Wettbewerbsniveau ergänzt um eine fehlende Angebotsvielfalt auf der Diensteebene und eine geringe Nutzung digitaler Dienste.

Soweit es um die Etablierung eines spezifischen Wettbewerbsrahmens für die Infrastruktur geht, entspricht dieser letztlich dem, was auch schon in Szenario 3 als erforderlich anzusehen ist: Die Regulierungsbehörde muss über die Möglichkeit verfügen, dem Infrastrukturihaber eine Verpflichtung zur Gewährung eines diskriminierungsfreien Infrastrukturzugangs zugunsten von Telekommunikationsdiensteanbietern ebenso wie zugunsten von Diensteanbietern auf angrenzenden Märkten aufzuerlegen. Ebenso wie in Szenario 3 ist hier davon auszugehen, dass die Regulierungsbehörde davon unmittelbar Gebrauch machen wird. Gleichzeitig ist ein Endkundenanspruch auf diskriminierungsfreien Netzzugang vorzusehen.

Gleichwohl gilt für Szenario 4, ebenso wie für Szenario 2 und 3, dass ex-ante Zugangsverpflichtungen auf Ebene der Abhilfemaßnahmen in der Gigabitwelt deutlich hinter dem zurückbleiben können, was in der Kupferwelt lange Zeit Anwendung gefunden hat und findet. Die Verpflichtung, Dritten diskriminierungsfreien Zugang zu ermöglichen, der es ihnen erlaubt, in den Wettbewerb mit (Telekommunikations- und/oder OTT-) Diensten des Infrastrukturihabers zu treten, erscheint für eine Gigabitwelt 2025+ hinreichend und effizient. Operational ließe sich diese über einen Nachbildbarkeitsansatz (Margin-Squeeze-Test) oder eine Kombination aus Nicht-Diskriminierungs- und Transparenzverpflichtung abbilden, die dann durch die Regulierungsbehörde aufzuerlegen wäre, wenn der Infrastrukturihaber einen solchen diskriminierungsfreien Zugang zu nicht missbräulichen Konditionen nicht autonom gewährt. Einen Bedarf für eine KEL-Regulierung sehen wir für die Gigabitwelt 2025+ nicht.

Auch mit Blick auf mögliche Eingriffe zur Schaffung von Wettbewerb auf verbundenen und nachgelagerten Märkten erscheint ein minimalinvasives Vorgehen angemessen und zielführend. Während das Postulat eines nichtdiskriminierungsfreien Zugangs hier ebenfalls gilt, stellt sich die Frage nach den Zugangskonditionen, welche über deren praktische Relevanz und Nutzbarkeit entscheidet, jedoch deutlich komplexer dar. Dies liegt zum einen an der Vielzahl (z. T. heute noch gar nicht absehbarer) Dienste und damit einhergehenden Erfordernissen für die Definition von Bestimmungsfaktoren und Dienstklassen und zum anderen auch an neuen technologischen Entwicklungen (Network Slicing, SDN, NFV). Vor diesem Hintergrund sehen wir hier weiteren Forschungsbedarf, welcher eng mit der Debatte über die Netzneutralität verknüpft ist.

Soweit sich das Dienstangebot in Szenario 4 infrastrukturunabhängig nur eingeschränkt entwickelt, wird sich hier noch stärker als in Szenario 3 die Frage stellen, ob

es zusätzlicher Plattformregulierungsregelungen bedarf, mit denen Wettbewerbsprobleme auf dieser Ebene angegangen werden können.¹²³

Das Problem der geringen Nutzung digitaler Dienste schließlich kann zahlreiche Ursachen haben, die jenseits möglicher Marktversagen auf der Infrastrukturebene liegen, die im Zentrum dieser Studie stehen. So ist es beispielsweise denkbar, dass Nutzer in digitale Dienste kein Vertrauen entwickeln, dass sie deren individuellen Nutzen nicht kennen oder aber, dass diese Dienste über Externalitäten verfügen, so dass die Adaptionkosten für den Einzelnen seinen individuellen Nutzen übersteigen, zugleich aber eine umfassende Adaption gesamtwohlfahrtssteigernd wäre. Alle diese Problemlagen lassen sich mit dem (allgemeinen oder spezifischen) Wettbewerbsrecht nicht umfassend lösen. Hier sind in erster Linie Aufklärung, Information und ggf. staatliche Förderung mögliche Instrumente, die beispielsweise von einer Digitalagentur eingesetzt werden könnten.¹²⁴

8.8 Zusammenfassung

In allen vier Szenarien ist damit zu rechnen, dass sich die Intensität der Regulierung und damit verbunden ihre Komplexität reduzieren kann. Da die Erforderlichkeit sektorspezifischer Vorabverpflichtungen stark von der Intensität infrastrukturbasierter Wettbewerbs abhängt, erscheint in Szenario 1 eine radikale Abkehr vom gegenwärtigen System der marktmachtabhängigen Vorabregulierung möglich und angesichts der mit Regulierungseingriffen verbundenen Kosten sowie deren Grundrechtsrelevanz auch angezeigt. In den Szenarien 2-4 hingegen, in denen das infrastrukturbasierte Wettbewerbsniveau gering ist, erscheint es fraglich, ob auf ex-ante-Zugangsverpflichtungen ganz verzichtet werden kann, wobei diese in Szenario 2 als Drohkulisse fungieren. Naheliegender ist es hier, gesetzliche Regelungen zu schaffen, die es der Regulierungsbehörde erlauben, im Fall eines infrastrukturverursachten Marktversagens auf der Ebene der Telekommunikationsdienste oder der Ebene angrenzender Dienste ex-ante-Zugangsverpflichtungen aufzuerlegen, soweit das allgemeine Wettbewerbsrecht nicht ausreicht, um das Marktversagen abzustellen. Im Gegensatz zu heute könnte zum einen davon abgesehen werden, dass die Regulierungsbehörde hierbei im Einzelfall eine marktmächtige Stellung des Infrastrukturinhabers feststellen muss. Zum anderen wären die Entgelte nicht mehr streng kostenorientiert am KEL-Maßstab zu regulieren, sondern könnten einem telekommunikationsspezifischen Missbrauchsmaßstab unterworfen werden, der neben der Gleichbehandlung externer Nachfrager auch eine diskriminierungsfreie Gleichbehandlung von externen und unternehmensinternen Zugangspeten vorsehen könnte.

¹²³ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Weissbuch Digitale Plattformen Digitale Ordnungspolitik für Wachstum, Innovation, Wettbewerb und Teilhabe, 07.03.2017, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/weissbuch-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=22.

¹²⁴ Vgl. Fetzer, T. (2017): Bausteine für einen sektorenübergreifenden institutionellen Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft, Studie im Rahmen des Fachdialogs Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft im Auftrag des BMWi, 2017, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp18026.pdf>.

Tabelle 8-1: Eingriffsintensität

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
Prozess der Marktanalyse	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich
Ex-ante-Zugangspflichten	Nicht erforderlich	Als Drohkulisse potenziell erforderlich	Bei Marktversagen an telekommunikationsspezifischen Missbrauchsmaßstab	Bei Marktversagen an telekommunikationsspezifischen Missbrauchsmaßstab
Ex-post-Missbrauchskontrolle	Bei Marktversagen	Bei Marktversagen	Bei Marktversagen	Bei Marktversagen
Monitoring	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich

Quelle: WIK.

Es bleibt abzuwarten, ob sich die skizzierten Szenarien in Reinform verwirklichen werden und insbesondere, ob sich das in vielerlei Hinsicht optimal erscheinende Szenario 1 als das typische Szenario für die Gigabitwelt 2025+ herausstellen wird. Sollte sich in den kommenden Jahren abzeichnen, dass aufgrund einer zunehmenden Konvergenz von Netzen der in Szenario 1 skizzierte Zustand flächendeckend eintritt, sollte dies zum Anlass genommen werden, das bestehende organisatorische und institutionelle Regime aufgrund des Verlusts an Eingriffserfordernissen und Relevanz grundsätzlich zu hinterfragen und entsprechend zurückzufahren. In diesem Falle wäre nicht nur (wie in den übrigen Szenarien) der Marktanalyseprozess entbehrlich, sondern auch jegliche Form von ex-ante-Regulierung.

Für den Fall, dass dies nicht der Fall sein sollte, stellt sich die Frage, wie ein Wettbewerbsrahmen konkret ausgestaltet werden sollte, der allen Szenarien gerecht wird. Grundsätzlich müssen die vorgeschlagenen ex-ante-Eingriffsinstrumente in einem solchen Rahmen bereits dann enthalten sein, wenn sich eines der Szenarien 2-4 in einer Weise realisiert, dass systematische Marktversagen aufgrund des nicht ausgeprägten infrastrukturasierten Wettbewerbs drohen. Um gleichwohl zu gewährleisten, dass in den Gebieten, in denen sich Szenario 1 einstellt, keine Überregulierung droht, könnte (bereits auf europäischer Ebene) eine legislative Entscheidungsvorstrukturierung vorgenommen werden, wonach ex-ante-Eingriffsbefugnisse den nationalen Regulierungsbehörden von vorneherein nicht in „Szenario-1-Gebieten“ zur Verfügung stehen. Für die

Entscheidung, ob ein solches Gebiet vorliegt, würde das hier vorgeschlagene szenariounabhängige Monitoring eine Grundlage liefern.

Die digitale Transformation kann allerdings nicht nur durch einen geringen infrastruktur-basierten Wettbewerb behindert werden. Vielmehr können Wettbewerbsprobleme auf der Ebene des Dienstangebots auch durch dienstespezifische Ursachen hervorgerufen werden, etwa die Kontrolle von digitalen Plattformanbietern über Daten. In diesen Fällen ist zu erwägen, ob zusätzliche Plattformregulierungsregelungen jenseits der Infrastrukturregulierung eine angemessene Reaktion darstellen können. Soweit die digitale Transformation darüber hinaus durch eine geringe Adaption digitaler Dienste durch Kunden verzögert wird, können nachfrageseitige Fördermaßnahmen notwendig werden. Diese liegen allerdings außerhalb des Fokus der Infrastrukturregulierung und könnten von einer möglichen Digitalagentur übernommen werden.

9 Nicht-wettbewerbliche Rahmenbedingungen für die Gigabitwelt

Wie ausgeführt, werden in der Gigabitwelt 2025+ die Netze für viele Anwendungen essentielle, teilweise sogar existentielle Bedeutung haben. Weite Teile der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung werden direkt oder indirekt von einer funktionsfähigen Gigabitinfrastruktur abhängen. Wesentliche Teile der Kommunikation und Interaktion in Staat, Wirtschaft und Gesellschaft werden über diese Netze abgewickelt werden. Die Funktionsfähigkeit, die Resilienz bei technisch bedingten Ausfällen oder gezielten Angriffen sowie die Vertraulichkeit und Sicherheit der Kommunikation werden daher im Vergleich zu heute eine ungleich größere Bedeutung für den Einzelnen sowie für Wirtschaft und Gesellschaft erlangen. Diese überragende Bedeutung der Infrastruktur ist unabhängig davon, ob auf der Infrastrukturebene Wettbewerb herrscht oder nicht.

Im Prinzip könnte man freilich der Annahme sein, dass bei infrastrukturbasiertem Wettbewerb auf der Netzebene die genannten Anforderungen an die Infrastruktur keiner besonderen Regulierung bedürfen: Es handelt sich dabei um Qualitätsparameter der Infrastruktur. Besteht Qualitätswettbewerb zwischen mehreren Anbietern, so sollten diese bemüht sein, sich auch im Hinblick auf diese Parameter gegenseitig zu überbieten. Ein alleiniges Verlassen auf solche marktgetriebenen Lösungen kommt allerdings selbst bei funktionsfähigem infrastrukturbasiertem Wettbewerb nicht in Betracht: Erstens ist selbst bei dieser Form des Wettbewerbs nicht ausgeschlossen, dass sich jedenfalls einzelne Infrastrukturanbieter in erster Linie auf ein Geschäftsmodell des Preiswettbewerbs fokussieren. Angesichts der überragenden Bedeutung funktionsfähiger Infrastrukturen ist aber zu fordern, dass alle Infrastrukturen bestimmte Mindestqualitätsanforderungen erfüllen, was insofern nur durch eine Qualitätsregulierung ohne Einschränkungen sichergestellt werden kann. Hierfür spricht auch, dass die möglicherweise von Netzausfällen betroffenen Rechtsgüter jedenfalls potenziell so wichtig sind, dass bereits Gefährdungen ausgeschlossen werden müssen: Hängt im Falle von E-Health und Smart Mobility (insbesondere beim autonomen Fahren) Leib und Leben der Nutzer und auch unbeteiligter Dritter von der Infrastrukturqualität ab, so ist es bereits aus verfassungsrechtlichen Gründen geboten, dass der Staat zum Schutz dieser Personen vor Gefährdungen entsprechende Regelungen schafft. Dies gilt umso mehr, als gerade im Hinblick auf Leib und Leben, aber auch auf die volkswirtschaftliche Leistungsfähigkeit insgesamt, mitunter irreversible Schäden drohen, wenn der Qualitätswettbewerb nicht funktioniert und die Infrastruktur nicht zuverlässig auf einem erforderlichen Mindestqualitätsniveau zur Verfügung steht.

Dies gilt nicht nur bezogen auf die technische Leistungsfähigkeit von Gigabitnetzen, sondern auch im Hinblick auf die Sicherheit und Vertraulichkeit der Nutzung von Diensten, die über Gigabitnetze erbracht werden. Wenn sich wesentliche Teile wirtschaftlicher und privater Aktivitäten digital vollziehen, wird es für den Einzelnen, aber auch die Gesellschaft, umso wichtiger sein, dass Vertraulichkeit und Sicherheit voraussetzungslos gewährleistet werden. Zugleich müssen die Nutzer vor unlauteren Geschäftsprakti-

ken der Anbieter umso stärker geschützt werden, je stärker sie auf die Nutzung von Gigabitnetzen im täglichen Leben angewiesen sind.

Wenn die hier angesprochenen Ziele aber unabhängig vom Wettbewerb auf der Infrastrukturebene erreicht werden sollen, hängt das regulatorische Vorgehen zu ihrem Schutz auch nicht von Marktmacht und damit der Wettbewerbssituation im Infrastrukturmarkt ab. Daher gelten die folgenden Ausführungen grundsätzlich für alle Szenarien. Soweit die Wettbewerbsintensität auf dem Infrastrukturmarkt Auswirkungen auf das konkrete Regulierungsinstrumentarium hat, wird hierauf besonders eingegangen.

9.1 Versorgungsqualität

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die technischen Qualitätsanforderungen in der Gigabitwelt nicht nur im Hinblick auf die verfügbare Bandbreite, sondern mehr noch bezogen auf Verfügbarkeit, Mobilität, Latenz, Jitter und Paketverlust steigen werden.¹²⁵ Diese funktionalen Qualitätsparameter sind von zentraler Bedeutung für das Funktionieren bestimmter Anwendungen.¹²⁶ Ohne ein entsprechend garantiertes Qualitätsniveau kann die digitale Transformation nicht gelingen. Das spricht dafür, dass vonseiten des Rechts bestimmte Mindestqualitätsparameter verbindlich vorgeben werden, die ein Netzbetreiber zwingend erfüllen muss. Als Sanktion für die Nichterfüllung dieser Anforderungen ist auf einer ersten Stufe an Bußgelder zu denken; bei zumindest bewusst fahrlässigen Verstößen ist hier auch die Einführung von Straftatbeständen zu erwägen.

Im Hinblick auf die materiellen Vorgaben, also beispielsweise die maximal tolerable Dauer der Ausfallzeit eines Netzes, bietet es sich an, der Regulierungsbehörde eine Verordnungsermächtigung einzuräumen, die Mindestqualitätsstandards ausgehend vom dann aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu definieren und kontinuierlich zu überprüfen. Hierbei sollten Standards definiert werden, die sich an den Anforderungen der Nutzer orientieren und beispielsweise über Use Cases definiert werden können.

Darüber hinaus ist auch zu berücksichtigen, inwieweit hochkritische Anwendungen, etwa im Bereich des autonomen Fahrens, tatsächlich über öffentliche Gigabitnetze realisiert werden. Werden sie ohnehin über private und geschlossene Netze erbracht, so können die Qualitätsanforderungen an die öffentlichen Netze auch unterhalb dieser für hochkritische Anwendungen erforderlichen Qualitätsparameter liegen.

Insbesondere ist zu berücksichtigen, welche Qualitätsanforderungen eine erfolgreiche digitale Transformation überhaupt erst ermöglichen. Im Verordnungsermächtigungsverfahren sollten neben der Regulierungsbehörde jedenfalls auch das BSI sowie eine mögliche Digitalagentur eingebunden werden.

¹²⁵ Vgl. Kapitel 4.3.

¹²⁶ Vgl. Tabelle 4-3.

In Szenario 1, also bei intensivem infrastrukturbasiertem Wettbewerb, könnten die Vorgaben zwingender Qualitätsparameter zudem verknüpft werden mit einem Zertifizierungssystem, bei dem sich Netzbetreiber von der Regulierungsbehörde oder einer anderen beauftragten Stelle bestätigen lassen, dass sie bestimmte Qualitätsstandards einhalten. Denkbar ist hier auch, dass einzelne Netzbetreiber je nach Geschäftsmodell Zertifizierungen nur für bestimmte Anwendungen anstreben. Auf diese Weise könnten wettbewerbliche Anreizinstrumente zur Verbesserung der Versorgungsqualität genutzt werden. Dies bedeutet allerdings nicht, dass auf die Definition verbindlicher Mindestqualitätsstandards völlig verzichtet werden könnte; jedenfalls sofern das Zertifizierungssystem allein auf freiwilliger Basis beruht.

In den Szenarien 2-4, in denen es keinen infrastrukturbasierten Wettbewerb gibt, sind Zertifizierungslösungen allenfalls auf Ebene der Telekommunikationsdiensteanbieter denkbar. Auf der Ebene der physischen Infrastruktur hingegen sind solche wettbewerbsbezogenen Instrumente mangels Wettbewerb nicht zielführend.

9.2 Netzneutralität

Netzneutralität hat zwar zum einen die in Kapitel 8 erwähnten wettbewerblichen Implikationen, sie kann aber auch als eine Frage der Versorgungsqualität aufgefasst werden. In Marktergebnissen, wie wir sie in Szenario 1 diskutiert haben, erscheinen weitreichende Eingriffe zur Wahrung der Netzneutralität nicht grundsätzlich erforderlich. Hier bestehen auch größere Spielräume mit Blick auf die Gestaltung kundenindividueller Angebote durch die Bündelung von Anwendungen.

In Szenarien, in denen der infrastrukturbasierte Wettbewerb wenig ausgeprägt ist, in denen also auch kritische Anwendungen potenziell über öffentliche Gigabitnetze erbracht werden müssen, kann es jedoch erforderlich sein, Netzneutralitätsregelungen zu treffen, die eine Priorisierung von solchen kritischen Anwendungen in Form von Verkehrsmanagementmaßnahmen ausdrücklich ermöglichen. Solche Maßnahmen sollten insbesondere dann zulässig sein, wenn bestimmte qualitätssensitive Dienste ohne eine zugesicherte Übertragungsqualität nicht erbracht werden können. Dies ist im Grundsatz bereits heute im Rahmen der geltenden europäischen Verordnung zur Netzneutralität vorgesehen. Ggf. müssen hier aber bei niedrig ausgeprägtem infrastrukturbasiertem Wettbewerb in der Gigabitwelt weitere Verkehrsmanagementmaßnahmen zugelassen werden, um eine vollständige digitale Transformation der Wirtschaft zu ermöglichen.

9.3 Datensicherheit und Datenintegrität

Es wurde bereits erwähnt, dass die Sicherheit und Vertraulichkeit der Nutzung von Gigabitnetzen in der Gigabitwelt 2025+ eine ungleich größere Bedeutung haben werden, als dies bereits heute der Fall ist. Wenn wesentliche Aspekte privater und öffentlicher Interaktion und Kommunikation digital erfolgen werden, muss sich der Einzelne, müs-

sen sich aber auch Wirtschaft und Gesellschaft voraussetzungslos darauf verlassen können, dass diese Kommunikation sicher gegenüber beabsichtigten und unbeabsichtigten Verletzungen ist. Nur so wird sich auch ein Vertrauen in die Nutzung einstellen, das wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche digitale Transformation ist. Ohne dieses Vertrauen in die Gigabitnetze und ihre Anbieter können keine Nutzungs- und ihr folgend Zahlungsbereitschaft für Dienste entstehen.

Im Gegensatz zur Versorgungsqualität zählen Datensicherheit und Datenintegrität allerdings zu den nicht-funktionalen Qualitätsparametern.¹²⁷ Qualitätsstandards können bei Ihnen angesichts der schwierigeren Quantifizierbarkeit nicht ohne Weiteres durch die verbindliche Vorgabe bestimmter Normen durchgesetzt werden.

Zugleich sind Datensicherheit und Datenintegrität Anforderungen, die bereits heute für Infrastrukturanbieter rechtlich vorgegeben sind. So verpflichtet das sogar verfassungsrechtlich in Art. 10 GG geschützte Fernmeldegeheimnis, das einfachgesetzlich in § 88 TKG normiert ist und dessen Verletzung durch § 206 StGB sogar mit Strafe bedroht wird, Telekommunikationsdiensteanbieter, die Vertraulichkeit der Kommunikation zu gewährleisten. Auch wenn sich dieser Schutz traditionell auf Sprachtelefondienste bezogen hat, spricht vieles dafür, das Fernmeldegeheimnis entsprechend absolut auch im Hinblick auf die Nutzung von Datendiensten in einer Gigabitwelt 2025+ zu schützen. Auch in einer Gigabitwelt 2025+ muss das Fernmeldegeheimnis (besser: die „Vertraulichkeit digitaler Kommunikation“) absolut gegenüber Verletzungen durch Dritte geschützt werden; hierzu zählt auch die strafrechtliche Sanktionierung von möglichen Verstößen.

Neben dem Fernmeldegeheimnis hat das Bundesverfassungsgericht in seiner Rechtsprechung aus Art. 2 Abs. 1 GG i. V. m. Art. 1 Abs. 1 GG auch ein Recht auf Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme entwickelt,¹²⁸ das die Vertraulichkeit und Integrität von Daten nicht nur – wie das Fernmeldegeheimnis – während eines Übertragungsvorgangs bzw. bezogen auf einen solchen Übertragungsvorgang schützt, sondern einen umfassenden Vertraulichkeitsschutz gewährt. Gestützt hierauf könnte auch künftig eine entsprechende Rechtspflicht für Infrastrukturanbieter, aber auch Telekommunikationsdiensteanbieter statuiert werden, Daten, die über Gigabitnetze übertragen werden, zu keinem Zeitpunkt zu kompromittieren. Angesichts der Wichtigkeit der Vertraulichkeit sollte auch hier eine strafrechtliche Sanktionierung etabliert werden.

Zu bedenken ist schließlich, dass unabhängig von spezifischen Regelungen zur Datensicherheit und Datenintegrität auch die Datenschutzgrundverordnung¹²⁹ sowie möglicherweise die E-Privacy-Verordnung diesbezügliche Vorgaben enthalten.

¹²⁷ Vgl. Kapitel 4.3.

¹²⁸ Vgl. BVerfGE 120, 274.

¹²⁹ Vgl. Art. 32 DSGVO.

9.4 Verbraucherschutz

In einer Welt, in der der Einzelne, aber auch die Wirtschaft und Gesellschaft in ihrem täglichen Leben von der Nutzung von Gigabitnetzen – und damit von deren Anbietern – abhängen, erhält auch der Verbraucherschutz einen höheren Stellenwert. Nutzende sind vor missbräuchlichen und unlauteren Praktiken zu schützen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass Vertrauen in die Technik und deren Anbieter vernichtet wird bzw. gar nicht erst entsteht, das unabdingbar für eine erfolgreiche digitale Transformation ist. Ein angemessener Verbraucherschutz hat insofern nicht nur individualschützenden Charakter, sondern hat Bedeutung auch für den digitalen Transformationsprozess insgesamt.

Es wurde bereits in Kapitel 8 darauf hingewiesen, dass einzelne Regelungen, die primär der Stärkung des Wettbewerbs dienen, an der Schnittstelle zum Verbraucherschutz liegen. Zu nennen sind hier das Recht auf einen diskriminierungsfreien Netzzugang zu einem Entgelt, das nicht missbräuchlich ist, die Möglichkeit, den Internetzugangsanbieter in angemessenen Abständen wechseln zu können, sowie einfache Kündigungsrechte im Falle von Qualitätsproblemen. Diese Rechte müssen nicht nur formal bestehen, sondern auch effektiv und effizient genutzt werden können. Hierbei handelt es sich um Regelungen, die bereits heute so oder so ähnlich im geltenden Rechtsrahmen vorgesehen sind. Soweit es um verbraucherschutzrechtliche Normen geht, steht zu erwarten, dass sich die Anforderungen hieran nicht prinzipiell von den heutigen unterscheiden werden. Es ist allenfalls davon auszugehen, dass ihre praktische Bedeutung für den Einzelnen mit zunehmender Abhängigkeit von Gigabitnetzzugängen noch größer werden wird.

Im Hinblick auf die konkrete Ausgestaltung der Verbraucherschutzvorschriften können Unterschiede zwischen den einzelnen Szenarien bestehen. Soweit intensiver Wettbewerb auf der Infrastruktur- und Diensteebene herrscht (Szenario 1 und mit Einschränkungen Szenario 2), entfaltet regelmäßig bereits der Wettbewerb verbraucherschützende Wirkung. Je geringer die Wettbewerbsintensität ist, desto wichtiger werden daher in den Szenarien 3 und 4 verbraucherschützende Regelungen als Ergänzung zum Wettbewerbsrecht. Sie müssen insbesondere Transparenz für den Verbraucher im Hinblick auf die angebotenen Leistungen sowie deren Abrechnung herstellen. Instrumente hierzu sind Informations- und Veröffentlichungspflichten. Auch diese sind im heutigen Rechtsrahmen schon verankert.

Insgesamt ist daher zu erwarten, dass sich der Bereich des Verbraucherschutzes in der Gigabitwelt 2025+ nicht grundsätzlich vom aktuellen Rechtsrahmen unterscheiden wird. Es spricht allerdings viel dafür, dass auch weiterhin ein spezifischer Verbraucherschutzrechtsrahmen erforderlich sein wird und der dargestellte Handlungsbedarf nicht ohne Weiteres durch eine Inkorporierung in das allgemeine Verbraucherschutzrecht, etwa das Recht der Allgemeinen Geschäftsbedingungen oder das UWG, erfüllt werden kann. Für die Nutzung der Gigabitinfrastruktur sollten gerade auch aufgrund ihrer erwartenden zentralen Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft besondere Regeln getroffen wer-

den, die spezifisch auf diese Situation zugeschnitten werden sollten und so auch die Rechtssicherheit für Anbieter und Nutzer erhöhen.

9.5 Zusammenfassung

In der Gigabitwelt 2025+ werden nicht-wettbewerbsbezogene Regulierungsmaßnahmen voraussichtlich eine größere Wichtigkeit erlangen, als dies heute der Fall ist. Dies gilt weitgehend unabhängig davon, welches Szenario sich realisieren wird. Von besonderer Bedeutung sind dabei rechtliche Vorgaben zur Versorgungsqualität. Sie können in Form von Mindestqualitätsvorgaben getroffen werden. Eine besondere Form der Qualitätsregulierung sind Vorschriften zur Netzneutralität, die insbesondere dann erforderlich werden können, wenn der infrastrukturbasierte Wettbewerb nicht ausgeprägt ist. Solche Regelungen müssen dann aus wettbewerblicher Sicht sicherstellen, dass Netzbetreiber ihre Stellung nicht ausnutzen können, um insbesondere den Wettbewerb auf angrenzenden Dienstmärkten zu behindern. Aus Sicht der Versorgungsqualität müssen sie gewährleisten, dass auch qualitätssensitive Dienste, die bei einer erfolgreichen digitalen Transformation zu erwarten sind, erbracht werden können, indem ihr Verkehr entsprechend qualitätsgeschützt behandelt werden kann.

Im Hinblick auf weitere, nicht primär wettbewerbsbezogene Handlungsfelder, namentlich die Datensicherheit und -integrität und den Verbraucherschutz, sind keine grundsätzlichen Veränderungen im Vergleich zum geltenden Rechtsrahmen zu erwarten.

10 Internationale Fallstudien

Mit Blick auf den Grad der digitalen Transformation nehmen einige asiatische Länder und die Golfstaaten weltweit Vorreiterrollen ein. Dies drückt sich unter anderem auch in der Verfügbarkeit und Nutzung von FTTH-Netzen aus. Mit den Vereinigten Arabischen Emiraten (93,7%), Katar (87,9%), Singapur (85,4%), Südkorea (79,8%), Hong Kong (73,7%) und Japan (53,9%) haben bereits sechs Länder FTTB/H-Penetrationsraten von über 50% erreicht.¹³⁰ Aufgrund der institutionellen Strukturen und Eigentumsverhältnisse entfalten die Vereinigten Arabischen Emirate und Katar nur bedingt Relevanz als Beispiele für Deutschland. Ähnliches gilt aufgrund seiner politischen und topologischen Spezifika für Hong Kong.¹³¹

Der Blick auf Japan, Singapur und Südkorea erscheint jedoch hilfreich, um zu identifizieren, inwieweit sich Rückschlüsse auf die Relevanz und Anwendbarkeit der von uns identifizierten Werkzeuge und Kriterien ziehen lassen, sowie um Indizien zu sammeln, welchen Beitrag die öffentliche Hand leisten kann, um einen hohen Grad an digitaler Transformation zu erreichen.

10.1 Japan

10.1.1 Status quo

Japan ist mit über 126 Mio. Einwohnern das zehntbevölkerungsreichste Land der Welt und weist eine relativ hohe Bevölkerungsdichte auf. Es zählt zu den Top 10 der wettbewerbsfähigsten Länder weltweit.¹³² Ein wichtiger Faktor hierfür ist die qualitativ hochwertige physische und digitale Infrastruktur. Japan gehört in vielen Bereichen der Digitalisierung zu den führenden Ländern weltweit. In einzelnen Indikatoren wie der Penetration, dem E-Government und der IKT-Nutzung durch Unternehmen zählt es zur Weltspitze. Dies zeigt sich durch die Position in verschiedenen internationalen Rankings, die verschiedene Indikatoren aus den Bereichen Digitalisierung und IKT auswerten.¹³³

130 Vgl. IDATE (2017): Global FTTH Ranking, elektronisch verfügbar unter: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Reports/2017/FTTH_GlobalRanking_final_EndSeptember2016.pdf.

131 Vgl. FTTH Council (2015): The light Age, S. 40, elektronisch verfügbar unter: <http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/TLA6.pdf>.

132 Vgl. World Economic Forum (2017): The Global Competitiveness Report 2017–2018, S. 262; elektronisch verfügbar unter: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>.

133 Vgl. u. a. World Economic Forum (2016): Networked Readiness Index 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf;

The Fletcher School at Tufts University (2017): Digital Planet 2017, elektronisch verfügbar unter: <http://sites.tufts.edu/digitalplanet/dei17/>;

IMD (2017): IMD world digital competitiveness ranking 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2017/>.

10.1.2 Staatliche Programme

Im Vergleich zu anderen Ländern legten die japanische Regierung und das Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC), das auch Regulierungsfunktionen im Telekommunikationssektor innehat, bereits früh einen Fokus auf einen flächendeckenden Ausbau von sehr schnellen Breitbandnetzen. Im Jahr 2001 wurde die „e-Japan Strategie“ verabschiedet, in der vier Prioritätsfelder identifiziert wurden:

- Errichtung einer sehr schnellen Breitbandinfrastruktur und Implementierung einer adäquaten Wettbewerbspolitik
- Förderung des elektronischen Handels
- Realisierung von Diensten im Bereich E-Government
- (Weiter-) Bildung von hochqualifizierten Arbeitskräften

Der erstgenannte Bereich umfasste den Aufbau eines Breitbandnetzes, das u. a. sehr effizient und sicher ist, eine hohe zeitliche und örtliche Erreichbarkeit gewährleistet, für die Endkunden Wahlmöglichkeiten bereitstellt und finanziell tragbar ist.¹³⁴

Die Strategie wurde fortlaufend überwacht und durch begleitende Maßnahmen im Rahmen der „e-Japan Strategie II“ (2003) ergänzt und erweitert, so dass die formulierten Ziele schneller erreicht und umgesetzt werden konnten.¹³⁵ Diese Programme wurden im Folgejahr 2004 durch die „u-Japan Strategie“, die den Aufbau einer leistungsfähigen, ubiquitären Breitbandinfrastruktur in den Mittelpunkt setzte, zum Teil erweitert. Diese sollte durch innovative Dienste positive Auswirkungen auf alle Bereiche der Gesellschaft und Wirtschaft ausüben.¹³⁶

In den Programmen waren umfangreiche Maßnahmen der staatlichen Breitbandförderung enthalten, die den Ausbau von sehr leistungsfähigen Breitbandnetzen durch Marktakteure stimulieren sollten: Subventionen, steuerliche Anreize und Niedrigzins-Darlehen richteten sich vor allem im Zeitraum 1991-2006 an Netzbetreiber sowie an die öffentliche Hand auf lokaler und regionaler Ebene, um den Glasfaserausbau schnell voranzutreiben. So konnten etwa Unternehmen, die in hochleistungsfähige Breitbandinfrastruktur investierten, Steuernachlässe bei lokalen Steuern und Körperschaftssteuern in Anspruch nehmen.¹³⁷

¹³⁴ Vgl. e-Japan Strategy (2001): https://japan.kantei.go.jp/it/network/0122full_e.html.

¹³⁵ Vgl. e-Japan Strategy II (2003): https://japan.kantei.go.jp/policy/it/040318senryaku_e.pdf.

¹³⁶ Vgl. Ministry of Internal Affairs and Communications Japan (MIC) (2006): Policy Framework for Ubiquitous Network Society in Japan, elektronisch verfügbar unter: <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/36275193.pdf>.

¹³⁷ Vgl. Presentation to ITS Conference in Beijing 13/06/2006 – Evolution of IP Network and Convergence in Japan – impact of hard law and soft law – members of the Research Institute of Telecommunications and Economics, Keio University, Obirin University.

10.1.3 Wettbewerb

Mit dem Ziel, den IKT-Sektor technologisch zu reformieren und gleichzeitig Wettbewerbsanreize zu schaffen, enthielten die Programme und Maßnahmenpakete auch Änderungen der sektorspezifischen Regulierung, des Telecommunications Business Law.¹³⁸ Unternehmen mit beträchtlicher Marktmacht, de facto die beiden Regionalgesellschaften NTT East und NTT West des Incumbents, wurde eine Zugangsregulierung auferlegt. Hierdurch sollte das übergeordnete Ziel, die Steigerung des Wettbewerbs im Telekommunikationsbereich, gefördert werden. Bis heute sind NTT East und NTT West die einzigen Unternehmen, die zur Entbündelung ihrer Netze verpflichtet sind.

Die Entbündelung führte zunächst zu einem Marktzutritt von weiteren Netzbetreibern (u. a. USEN, Tokyo Electric Power Company, PowerCom, K-Opticom, IP Revolution, Softbank und KDDI)¹³⁹. Auf Basis der Kupferinfrastruktur entwickelte sich ein intensiver Preis- und Dienstewettbewerb. Dagegen ist der intermodale Wettbewerb durch Kabelnetzbetreiber nur recht schwach ausgeprägt, was vor allem an der stark fragmentierten Anbieterlandschaft liegt, die eine Aufrüstung der Kabelnetze nur relativ langsam vollzogen haben.¹⁴⁰

Der Wettbewerb auf Basis der Festnetzinfrastruktur verlagerte sich in den Folgejahren auf einen Infrastrukturwettbewerb. Bei vielen der neuen Marktteilnehmer handelte es sich um Versorgungsunternehmen (v. a. Energieunternehmen) und deren Tochtergesellschaften. Diese konnten Synergien beim Ausbau von Glasfasernetzen mit ihren bestehenden Infrastrukturen erzielen. Als Reaktion begann auch NTT mit einem umfassenden Ausbau von Glasfasernetzen. Mitte 2008 konnte FTTB/H im Breitbandbereich DSL als dominante Technologie ablösen.¹⁴¹

Sowohl NTT als auch einige Wettbewerber nutzen beim Glasfaserausbau die Luftkabelverlegung, was die Ausbaukosten deutlich verringert hat. Zusätzliche Kostenvorteile ergaben sich aus der dichten Besiedlungsstruktur in Japan, wo vergleichsweise große Teile der Bevölkerung in Häusern mit sehr vielen Wohneinheiten in den größeren Agglomerationszentren des Landes leben.¹⁴²

138 Bereits 1999 wurde der Incumbent NTT umstrukturiert und eine Holdingsstruktur implementiert. Hierunter organisieren sich u. a. zwei Regionalgesellschaften (NTT East und NTT West), ein Unternehmen für Fernkommunikation (NTT Communications), ein Mobilfunkunternehmen (NTT DoCoMo) und eine Einheit für Datenverarbeitung (NTT Data).

139 Vgl. OECD (2008): Public rights of way for fibre deployment to the home, elektronisch verfügbar unter: <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/40390753.pdf>.

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

141 Vgl. Jeroschewski, A.; Levisse, A.; Salazar, L. C.; Tesoriero, R.; Ying, S. (2012): Connecting South-east Asia through Broadband, in: Institute of Southeast Asian Studies Enhancing (Publisher) (2012): ASEAN's Connectivity

142 Vgl. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie im Auftrag von Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf.

Vor diesem Hintergrund hat sich gerade in den dicht besiedelten Regionen ein ausgeprägter Infrastrukturwettbewerb entwickelt. Im Jahr 2014 lag die Anzahl der FTTB/H Homes Passed in Japan bei ca. 51 Mio. Haushalten (dies entspricht fast einer vollständigen Flächendeckung des Landes). Der Anteil der Glasfaseranschlüsse an den festnetzgebundenen Breitbandanschlüssen liegt in Japan bei 76,2%, was unter den OECD Mitgliedsstaaten die Spitzenstellung bedeutet. Allerdings gibt es auch eine verhältnismäßig hohe Zahl an mobile-only Nutzern, so dass die Relation von Homes Passed zu Homes Connected für breitbandige Festnetzanschlüsse im internationalen Vergleich relativ gering ist.¹⁴³

NTT East und NTT West haben zusammen einen Marktanteil von ca. 70% und damit eine dominante Marktstellung. Keiner der Wettbewerber (v. a. die Energie- und Versorgungsunternehmen) hat einen Marktanteil von mehr als 10%, ein eher geringer Teil realisiert eigene FTTB/H-Dienste auf Basis des Wholesale Zugangs von NTT.¹⁴⁴

10.1.4 Regulierung

Wie oben beschrieben, liegt auf dem japanischen Glasfasermarkt eine asymmetrische Regulierung vor: Seit 2001 ist NTT dazu verpflichtet, Glasfaseranschlüsse zu entbündeln und Wettbewerbern einen entbündelten Zugang zu ermöglichen. Das Entbündelungsgebot gilt für Unternehmen mit einem Marktanteil von über 50%. Die Höhe des Zugangsentgeltes wird kostenbasiert ermittelt. Die Modalitäten des Zugangs und die Höhe der Entgelte werden von MIC überwacht.¹⁴⁵ Allerdings kommt der Entbündelung von Glasfaseranschlüssen nur eine eher geringe Bedeutung zu und diese gilt nicht als sehr erfolgreich. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass in Japan weitestgehend eine PON-Architektur verwendet wird, bei der acht Haushalte gleichzeitig eine Glasfaser nutzen. Wettbewerber können aus technischen Gründen daher nicht einen einzelnen Haushalt erschließen, sondern müssen jeweils ein Bündel von acht Glasfasern anmieten. Aufgrund der damit verbundenen sprungfixen Kosten ist eine Erschließung aus Sicht der Wettbewerber daher häufig unwirtschaftlich.¹⁴⁶

Auf dem japanischen Markt gibt es keine Bitstromprodukte. Eine Besonderheit des Marktes ist die sogenannte „Interoffice transmission dark fibre“. Damit ermöglicht NTT Wettbewerbern über einen lokalen Zugang die Verbindung mehrerer Standorte.

Zudem gibt es Vorschriften für den Zugang zu passiver Infrastruktur: Wettbewerber erhalten Zugang zu Teilen der Infrastruktur von NTT East und NTT West. Dies umfasst

¹⁴³ Vgl. OECD Broadband Portal, <http://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>.

¹⁴⁴ Vgl. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie im Auftrag von Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf.

¹⁴⁵ 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.

¹⁴⁶ Vgl. Gantumur, T.; Stumpf, U. (2016): NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 411, Bad Honnef, Juni 2016.

etwa Leerrohre, Masten und Tunnel. Allerdings ist nicht ganz klar, in welchem Umfang dies in der Praxis tatsächlich genutzt wird.¹⁴⁷

Einzelne Unternehmen können im Rahmen des FTTB/H-Ausbaus zudem die Abwasserkanäle in einzelnen Städten wie z. B. Tokio, nutzen. Dies hat ebenfalls stark kosten-senkende Effekte für die ausbauenden Unternehmen.¹⁴⁸

Im Jahr 2011 wurde NTT zudem eine Form der funktionalen Separierung auferlegt, um den Wettbewerb weiter zu fördern. MIC begründete dies mit positiven Wettbewerbseffekten: NTT East und NTT West müssen den infrastruktur- und den dienstbasierten Bereich voneinander trennen. Vor diesem Hintergrund wurden (interne) Positionen und Institutionen eingeführt, welche die strikte Trennung überwachen und wettbewerbliche Aspekte im Blick behalten. Eine Überwachung der funktionalen Separierung findet darüber hinaus auch kontinuierlich durch das MIC statt.¹⁴⁹

In Bezug auf die Netzneutralität hat das MIC im Jahr 2007 festgestellt, dass der Markt der festnetzbasieren ISPs als wettbewerblich gekennzeichnet werden kann. Insofern sah es keine Notwendigkeit, spezielle Regulierungsvorschriften in Bezug auf die Netzneutralität einzuführen.¹⁵⁰

10.1.5 Fazit

Japan lässt sich in unserer Logik als Land beschreiben, welches auf regionaler Ebene sowohl Gegenden umfasst, die den Charakteristika von Szenario 1, als auch welche, die eher Szenario 2 entsprechen. Die Wettbewerbsintensität auf der Infrastrukturebene ist regional unterschiedlich, wobei der in zwei nicht miteinander in Wettbewerb stehende Unternehmen aufgespaltete Incumbent weiterhin eine dominierende Rolle auf dem Markt einnimmt. Gleichwohl gibt es in urbanen Regionen auch Wettbewerb auf der Infrastrukturebene.

-
- 147** Vgl. Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie im Auftrag von Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf;
OECD (2008): Public rights of way for fibre deployment to the home, elektronisch verfügbar unter: <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/40390753.pdf>;
Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2013): Outline of the Rules for Co-location in Japan, 25 April 2013, elektronisch verfügbar unter: http://mddb.apec.org/Documents/2013/TEL/TEL47-LSG/13_tel47_lsg_014.pdf.
- 148** Vgl. http://www.softa.or.jp/05B-06_English.html sowie Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie im Auftrag von Ofcom, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf.
- 149** 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_tsinin/eng/presentation/pdf/111104_01.pdf.
- 150** Vgl. Jitsuzumi, T. (2016): Ten Years of Japan's Net Neutrality Policy: A Review of the Past and Recommendations for the Future, elektronisch verfügbar unter: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2752906.

Das Dienstangebot ist groß und die digitale Transformation ist weit fortgeschritten, was auch durch eine aktive Politik des Staates zur Förderung der digitalen Transformation begünstigt wurde.

Der Umfang sektorspezifischer Regulierungsvorschriften für FTTB/H-Anbieter auf dem japanischen Breitbandmarkt erscheint auf den ersten Blick verhältnismäßig groß. NTT East und NTT West müssen entbündelten Zugang zur Glasfaser und Zugang zu Masten und Leerrohren anbieten. Zusätzlich wurde eine funktionale Separierung auferlegt. In der Praxis scheinen diese Maßnahmen jedoch eher untergeordnete Relevanz zu haben.

Regulierungsvorschriften bzgl. Netzneutralität bestehen nicht, da der Wettbewerb der festnetzbasierenden ISPs als wettbewerblich einzustufen ist. Vor diesem Hintergrund kann man den Grad der Regulierungsintensität als mittel umschreiben.¹⁵¹ Der grundsätzliche Fokus liegt jedoch stärker auf einer Missbrauchskontrolle als auf einer ex-ante-Regulierung.

10.2 Südkorea

10.2.1 Status quo

Die Wirtschaft Südkoreas weist eine eindrucksvolle Entwicklung innerhalb der letzten Jahrzehnte auf. So konnte sich der südostasiatische Staat von einem armen Agrarland hin zu einem exportorientierten Hochtechnologieland entwickeln und Führungspositionen in zahlreichen technologiegeprägten Industrien wie der Halbleiterherstellung oder der Entwicklung von Unterhaltungselektronik einnehmen.¹⁵² Telekommunikationsinfrastrukturen nahmen dabei eine Schlüsselrolle ein, da sie in der südkoreanischen Regierung als Notwendigkeit und Katalysator hin zu einer Wissensökonomie gesehen wurden. Die Priorisierung der Transformation zu einer Wissensgesellschaft ergab sich dabei aus der Einsicht, Südkorea habe die Industrialisierung in der Fertigung verpasst und müsse folglich in der digitalen Transformation eine Führungsrolle einnehmen. Wie die folgende Tabelle zeigt, liegt Südkorea hinsichtlich zahlreicher ICT-Kennzahlen signifikant über dem asiatischen Durchschnitt:

¹⁵¹ Vgl. auch Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie im Auftrag von Ofcom, S. XII. elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf.

¹⁵² Vgl. World Economic Forum (2015): How can South Korea sustain strong growth, elektronisch verfügbar unter: <https://www.weforum.org/agenda/2015/01/how-south-korea-can-sustain-strong-growth/>.

Tabelle 10-1: IKT-Kennzahlen Südkorea (2017)

Key indicators for Korea (Rep.) (2016)		Asia & Pacific	World
Fixed-telephone sub. per 100 inhab.	56.1	10.0	13.6
Mobile-cellular sub. per 100 inhab.	122.7	98.9	101.5
Fixed-broadband sub. per 100 inhab.	41.1	11.3	12.4
Active mobile-broadband sub. per 100 inhab.	111.5	47.4	52.2
3G coverage (% of population)	99.0	87.6	85.0
LTE/WiMAX coverage (% of population)	99.0	73.6	66.5
Mobile-cellular prices (% GNI pc)	1.2	3.2	5.2
Fixed-broadband prices (% GNI pc)	1.5	14.5	13.9
Mobile-broadband prices 500 MB (% GNI pc)	1.0	2.7	3.7
Mobile-broadband prices 1 GB (% GNI pc)	0.4	5.4	6.8
Percentage of households with computer	75.3	37.8	46.6
Percentage of households with Internet access	99.2	45.5	51.5
Percentage of individuals using the Internet	92.7	41.5	45.9
Int. Internet bandwidth per Internet user (kbit/s)	54.3	48.0	74.5

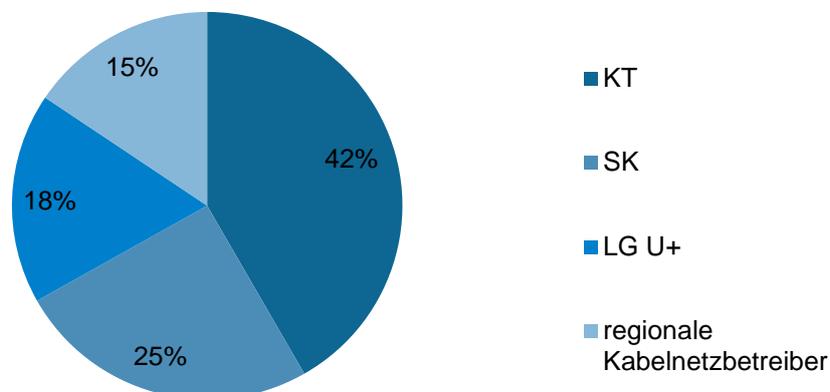
Quelle: ITU (2017).¹⁵³

Der südkoreanische Markt für Telekommunikationsdienste weist eine Reihe von wünschenswerten Eigenschaften auf. Sowohl im Festnetz als auch im Mobilfunk besteht ein ausgeprägter infrastrukturbasierter Wettbewerb zwischen den nationalen Anbietern KT, SK Telekom und LG U+. Wie die folgende Abbildung zeigt, entfallen 42% auf den Incumbent KT. Diese geringe Marktkonzentration in Verbindung mit dem ausgeprägten Infrastrukturwettbewerb hat dazu geführt, dass der südkoreanische Regulierer KCC in 2009 den koreanischen Breitbandmarkt als wettbewerblich eingestuft hat.¹⁵⁴

¹⁵³ Vgl. ITU (2017): Measuring the Information Society Report 2017, S. 95, elektronisch verfügbar unter: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017_Volume2.pdf.

¹⁵⁴ 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.

Abbildung 10-1: Breitband Marktanteile in Südkorea (Dezember 2015)



Quelle: Netmanias (2016).¹⁵⁵

Eine weitere Auffälligkeit des südkoreanischen Marktes ist das vergleichsweise geringe Preisniveau. Durch das Vorhandensein dreier nationaler Anbieter und den intensiven Preiswettbewerb liegen die Preise seit Jahren unter dem internationalen Durchschnitt. So hat KT schon 2014 Privatkundentarife mit einer Geschwindigkeit von 1 Gbit/s für umgerechnet etwa 30 Euro angeboten.¹⁵⁶ In den letzten Jahren hat sich der Wettbewerb im Festnetz, ähnlich wie in den europäischen Märkten, zusehends hin zu Mobilfunk- und Festnetz-Bündelprodukten entwickelt. KT, LG U+ und SK verfügen jeweils über ein eigenes Mobilfunknetz, so dass sich der Wettbewerb um Endkunden derzeit auf konvergente Bündelprodukte fokussiert.¹⁵⁷

Die vorangegangenen Besonderheiten des südkoreanischen Marktes, die hohe Wettbewerbsfähigkeit sowie geringe Preise lassen ein geringes Investitionslevel erwarten. Dass dies nicht der Fall ist, zeigt die folgende Grafik. Begleitet von Promotionskampagnen wie KT's „GiGa Internet“ Angeboten oder LG U+'s „U+Optical GiGa“ sorgte der umfangreiche Glasfaserausbau der privaten Konzerne dafür, dass der xDSL-Kundenanteil kontinuierlich gesunken ist und zunehmend mehr Kunden ihr Breitband über die glasfaserbasierten LAN UTP- und FTTH-Infrastrukturen beziehen. Massive Investitionen in die Erschließung aller Gebäude mit Glasfaser haben zu einer flächendeckenden Verfügbarkeit von FTTB- bzw. FTTH-Anschlüssen geführt. Die HFC-Netze wurden zwar nicht weiter ausgebaut, nehmen aber eine wichtige Rolle im Wettbewerb ein.

¹⁵⁵ Vgl. Netmanias (2016): Korea Communication Market Data, elektronisch verfügbar unter:

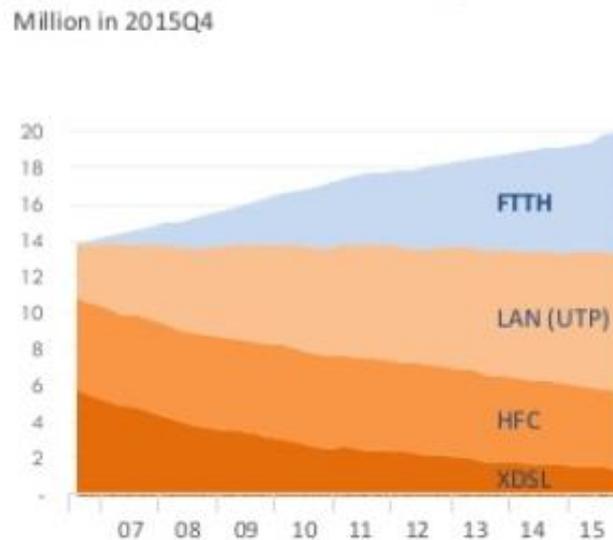
<https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=reports&no=8437&lm=simple&vm=ppt>.

¹⁵⁶ Vgl. Netmanias (2014): KT launched GiGA Internet, Korea's first nationwide gigabit Internet service on Oct. 20, October 27, 2014, By Dr. Harrison J. Son, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.netmanias.com/en/post/blog/6685/ftth-gigatopia-gigabit-internet-kt/kt-launched-giga-internet-korea-s-first-nationwide-gigabit-internet-service-on-oct-20-network-architecture-services-and-plans>.

¹⁵⁷ 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.

Abbildung 10-2: Breitbandkunden in Südkorea nach Anslusstechologie



Quelle: Netmanias (2016).¹⁵⁸

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Breitbandmarkt durch starken infrastrukturellen Wettbewerb, geringe Preise, umfangreiche Investitionen und eine ausgeprägte Verfügbarkeit und Nutzung von Glasfaserinfrastrukturen geprägt ist. Begünstigt worden sind diese Marktergebnisse sicherlich auch durch die günstige Besiedlungsstruktur.

10.2.2 Politische Ziele und Maßnahmen

Bereits im Jahr 1996 verkündete Südkorea den ersten Master Plan zur Entwicklung in eine Informationsgesellschaft. In der Folge wurden die Programme „First National Informatization Promotion Plan“, „Cyber Korea 21“, „e-Korea Vision 2006“, „Broadband IT Korea Vision 2007“ und „U-Korea Masterplan“ aufgesetzt, die im Laufe der Jahre neue angepasste Ziele und Maßnahmen definiert haben, z. B. hinsichtlich der Breitbandzielversorgung und Nutzungsintensität (bspw. e-Banking oder IPTV Nutzeranzahl), aber auch zu Förderansätzen und Subventionen. Diese Pläne zeichnen sich durch einen ganzheitlichen Betrachtungsansatz aus, der die Breitbandnachfrage und das infrastrukturelle Angebot umfasst und ambitionierte Ziele beinhaltet.¹⁵⁹ Bereits im Jahr 2005 wurde die Verfügbarkeit von 50-100 Mbit/s als Zielsetzung definiert¹⁶⁰ und damit die

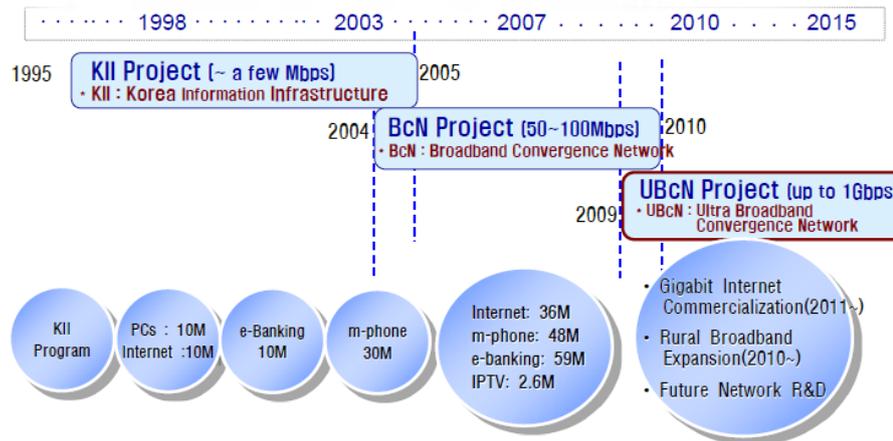
¹⁵⁸ Vgl. Netmanias (2016): Korea Communication Market Data, elektronisch verfügbar unter: <https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=reports&no=8437&lm=simple&vm=ppt>.

¹⁵⁹ 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.

¹⁶⁰ Vgl. ETRI (2005): Broadband convergence network [BCN] for ubiquitous Korea vision, elektronisch verfügbar unter: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1461761/>.

Entscheidung für eine FTTH-Typologie als Ansatz für neue Netzausbauten getroffen. Im Jahr 2009 wurde das Ziel auf eine kommerzielle Verfügbarkeit von Gigabit-Geschwindigkeiten bis zum Jahr 2011 angehoben. Die folgende Abbildung zeigt die Programme und die Nutzung ausgewählter IKT-Dienste im Zeitverlauf.

Abbildung 10-3: Breitbandziele der südkoreanischen Regierung und IKT-Nutzung



Quelle: Kim, H. (2013).¹⁶¹

10.2.3 Nachfrageseitige Förderung und Regulierung

Die Förderung des Breitbandausbaus in Südkorea umfasste sowohl Ausbausubventionen, Maßnahmen zur Förderung der Nachfrage nach Breitbanddiensten auf Nutzerebene als auch den gezielten Einsatz von E-Government.

Wie oben geschildert, hat Südkorea bereits früh Breitbandinfrastrukturen als wichtige Voraussetzung für zukünftiges wirtschaftliches Wachstums erkannt. Neben zinsgünstigen staatlichen Krediten wurde bereits von 1996 bis 2006 umgerechnet rund 1 Milliarde US-Dollar an Fördergeldern bereitgestellt.¹⁶² Für den Aufbau einer flächendeckenden FTTH/H-Netzinfrastruktur wurden bis zum Jahr 2015 umgerechnet 26 Milliarden Euro an öffentlichen Geldern investiert.¹⁶³ Neben der Ausbauförderung wurden auch Maß-

¹⁶¹ Vgl. Kim, H. (2013): Korean Broadband Policies and Recommendations for the Asian Information Super Highway, elektronisch verfügbar unter: <http://www.unescap.org/sites/default/files/4.1%20Korean%20Broadband%20Policies%20and%20Recommendations.pdf>.

¹⁶² Vgl. IDATE (2011): FTTH network rollouts: Is there a winning model in Europe?, elektronisch verfügbar unter: https://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/communiqués/communiqués/2011/Pres_JT_Idate_2011.pdf.

¹⁶³ 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.

nahmen ergriffen, um die Nachfrage zu fördern. Die Regierung versteht sich dabei als Vorbild und Leitnachfrager. Entsprechend wurde zu einem frühen Zeitpunkt umfangreich in die Einführung von E-Government-Lösungen investiert. Heute gehört Südkorea in diesem Bereich zu den führenden Ländern.¹⁶⁴ Weiterhin wurde durch ein „IT-literacy“ Programm darauf abgezielt, Hausfrauen und ältere Einwohner an die Möglichkeiten des Internets heranzuführen. So lag die Internetnutzung entlang der Gruppe der Hausfrauen schon 2000 bei erstaunlichen 44%.¹⁶⁵ Darauf aufbauend wurde 2000 ein kostenfreies IT-Trainingsprogramm gestartet, welches für ca. 21% der Bevölkerung konzipiert war.¹⁶⁶ Diese Maßnahmen in ihrer Gesamtheit bewirkten, dass mehr Haushalte Dienste und Anwendungen nutzten, die leistungsfähige Breitbandanschlüsse voraussetzten.

Eine weitere indirekte Maßnahme stellt die „Cyber-build certification“ dar. Danach wurden Gebäude staatlich hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Inhaus-Infrastruktur zertifiziert. First Class Gebäudeinfrastrukturen erreichten 100+ Mbit/s, Second Class 10-100 Mbit/s, während Third Class bis zu 10 Mbit/s unterstützten.¹⁶⁷

Die flächendeckende Verfügbarkeit wurde bereits 2002 im Zuge der Privatisierung des Incumbents KT sichergestellt, indem eine USO-Auflage von mindestens 2 Mbit/s bis 2006 auferlegt wurde.¹⁶⁸ Infolge der Liberalisierung legte die Regulierungsbehörde einen Fokus auf starke wettbewerbliche Märkte. Neben der Bereitstellung zinsgünstiger Kredite für die Errichtung neuer Infrastrukturen setzte der Regulierer auf umfangreiche ex-ante-Regulierung und verwendete nur vereinzelt opportunistisch im Hinblick auf die Zielsetzung wettbewerblicher Märkte und flächendeckender FTTB-Verfügbarkeit ausgewählte Regulierungsinstrumente.¹⁶⁹ Ein Beispiel dafür stellt das „Local Loop Unbundling“ dar, welches erst 2002 dem Incumbent auferlegt wurde. Bis zu diesem Zeitpunkt war bereits ein lebhafter infrastruktureller Wettbewerb zwischen Kabel- und DSL-Infrastrukturen entstanden. Mit der Einführung von Zugangsverpflichtungen zu Masten, Leerrohren und Glasfaserleitungen zielte die Regierung darauf ab, Investitionen in Regionen ohne Kabelanschluss auszuweiten und Mehrfachinvestitionen zu vermeiden.¹⁷⁰

164 Vgl. Min, W. (2010): Broadband Policy in Korea, elektronisch verfügbar unter: <http://siteresources.worldbank.org/BELARUSEXTN/Resources/1.77koreabb.pdf>

165 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>.

166 Vgl. 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>.

167 Vgl. Kim, C. (2001): Korea Information Infrastructure (KII) and Broadband Service. A presentation made to an OECD meeting in Paris, 12 June 2001 aus: 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>.

168 Vgl. 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>.

169 Vgl. 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>.

170 Vgl. Fransman, M. (2006): Global broadband battles: why the U.S. and Europe lag while Asia leads, S. 100.

Im Jahr 2004 wurde anstelle einer Kostenregulierung die Preissetzung in die Verhandlung der Netzbetreiber gestellt und folglich trat die KCC nur als Streitschlichter auf.¹⁷¹

10.2.4 Fazit

In unserer Szenarienlogik lässt sich Südkorea als ein Beispiel für Szenario 1 interpretieren. Es zeichnet sich durch einen ausgeprägten Infrastrukturwettbewerb, eine hohe Dienstvielfalt sowie einen hohen digitalen Transformationsgrad aus. Hierbei hat es von einer ambitionierten, ganzheitlichen und zukunftsgerichteten Digitalpolitik der Regierung profitiert, die zu einem frühen Zeitpunkt die Potenziale der Digitalisierung erkannt hat.

In Anbetracht der Marktergebnisse wurde die Regulierungsintensität in den letzten Jahren deutlich reduziert und die Rolle von KCC beschränkt sich inzwischen auf die eines Streitschlichters.

10.3 Singapur

10.3.1 Status quo

Singapur ist mit 5,3 Mio. Einwohnern ein sehr kleiner Stadtstaat in Südostasien, der zu den TOP 3 der wettbewerbsfähigsten Länder weltweit gehört und insbesondere mit Blick auf den öffentlichen Sektor, die öffentliche Infrastruktur und den Bildungsbereich herausragend positioniert ist.¹⁷² Das Land zeichnet sich durch ehrgeizige politische Ziele und Programme aus, die diese Position stets weiterentwickeln.

Singapur ist heute in allen relevanten Bereichen der Digitalisierung sehr weit fortgeschritten und in wichtigen Schlüsselbereichen wie z. B. E-Government weltweit führend.¹⁷³ Dies zeigen internationale Rankings, die Gesamtbewertungen unter Einbeziehung zahlreicher Indikatoren aus unterschiedlichen Bereichen der Digitalisierung (z. B. Investitionen in IT, digitale Kompetenz, E-Government) vornehmen.¹⁷⁴ Hier erzielt Sin-

¹⁷¹ Vgl. ANACOM (2011): South Korea, elektronisch verfügbar unter: <https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=340674>.

¹⁷² Vgl. World Economic Forum (2017): The Global Competitiveness Report 2017-2018, S. 262, elektronisch verfügbar unter: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>.

Der Global Competitiveness Index definiert die nationale Wettbewerbsfähigkeit eines Landes basierend auf Kriterien wie z. B. Institutionen, politische Aspekte und Faktoren, die das Produktivitätsniveau bestimmen.

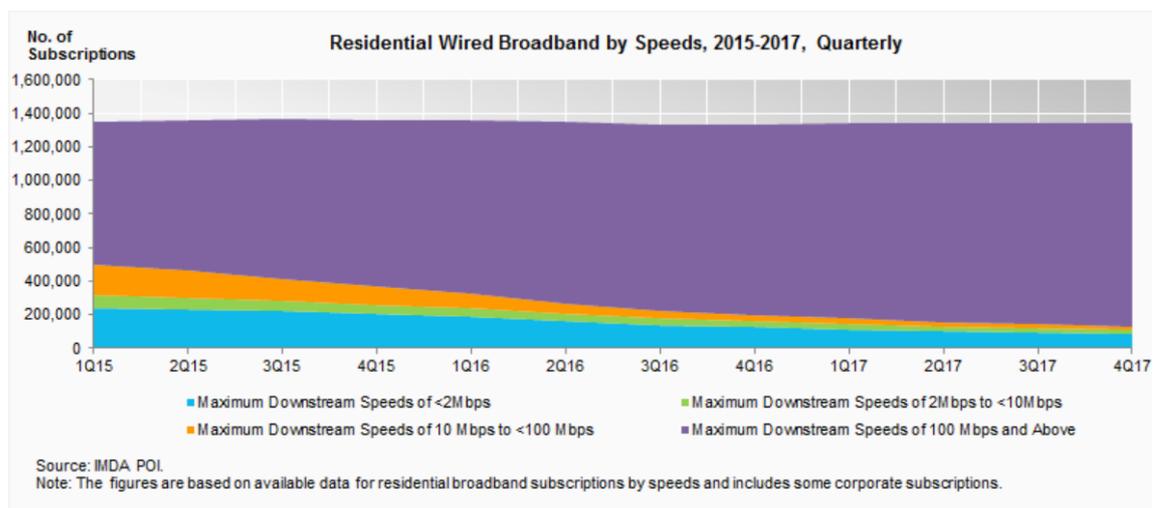
¹⁷³ Vgl. zu einem Überblick über die Rankings für Singapur IMDA (2017): iN2015 Part 1: On course for Intelligent Nation 2015 (last update 03 November 2017), elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/infocomm-and-media-news/whats-trending/2010/6/in2015-part-1-on-course-for-intelligent-nation-2015>.

¹⁷⁴ Vgl. z. B. World Economic Forum (2016): Networked Readiness Index 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf; The Fletcher School at Tufts University (2017): Digital Planet 2017, elektronisch verfügbar unter: <http://sites.tufts.edu/digitalplanet/dei17/>; IMD (2017): IMD world digital competitiveness ranking 2017, elektronisch verfügbar unter:

gapur insbesondere im Bildungsbereich hervorragende Bewertungen. Neben den unbestritten günstigen Voraussetzungen für den Glasfaserausbau durch eine hohe Besiedlungsdichte und einen hohen Bevölkerungsanteil, der in Hochhäusern lebt, hat auch die konsequente Herangehensweise der Politik basierend auf einer ganzheitlichen Vorgehensweise unter Berücksichtigung aller relevanten Einflussbereiche für eine Gigabitwelt zu dieser Positionierung beigetragen.

Mit Blick auf das Glasfasernetz kann in Singapur von einer Vollerschließung gesprochen werden. Inzwischen sind 96% aller privaten Breitbandanschlüsse auf dem nationalen FTTB/H-Netz geschaltet. Anschlüsse über das Kabelnetz (insgesamt 180.000) sowie DSL-Anschlüsse (33.000) spielen lediglich untergeordnete Rollen.

Abbildung 10-4: Breitband Übertragungsgeschwindigkeiten in Singapur



Quelle: IMDA (2018).¹⁷⁵

Singapur weist infrastrukturseitig die Besonderheit auf, dass im reinen Glasfaserbereich mit dem Next Generation Nationwide Broadband Network (NGNBN) nur ein einziges Netz existiert, auf dessen Basis mittels struktureller Separierung für Wettbewerb gesorgt wird.

10.3.2 Politische Ziele und Maßnahmen

Das NGNBN wurde im Rahmen der Gesamtstrategie „iNation 2015“ mit hohen öffentlichen Investitionen (insgesamt 1 Mrd. S\$, d. h. ca. 620 Mio. Euro)¹⁷⁶ aufgebaut und

¹⁷⁵ <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2017/>.

¹⁷⁶ <https://www.imda.gov.sg/industry-development/facts-and-figures/telecommunications>.

versorgt jeden Haushalt, jedes Unternehmen und alle öffentlichen Einrichtungen mit Glasfaser (Bandbreiten von mind. 1 Gbit/s).¹⁷⁷ Dabei wurden auch Standorte wie Mobilfunkbasisstationen, Bushaltestellen oder Ampeln, die keine Postadresse haben (sog. Non-Building Access Points (NBAP)) bei der Planung berücksichtigt und erschlossen. Deren Anzahl beläuft sich derzeit auf 489 Standorte und soll bis 2021 auf knapp 8.200 steigen.¹⁷⁸

Singapur zeichnet sich durch sehr ehrgeizige, ganzheitlich und langfristig ausgelegte und aufeinander aufbauende politische Programme aus, die an allen relevanten Parametern zur Entwicklung einer hochleistungsfähigen Gigabitgesellschaft ansetzen und mit hohen öffentlichen Subventionen vorangetrieben werden. Alle für die Gestaltung der Gigabitwelt relevanten Maßnahmen werden unter jeweils eine umfassende Gesamtstrategie gefasst (2005-2015 „Intelligent Nation 2015“ (iNation 2015),¹⁷⁹ gefolgt von „Smart Nation“).¹⁸⁰ Bei der Ausgestaltung politischer Programme behält die Politik ein hohes Maß an Flexibilität, um regelmäßig relevante Ansatzpunkte zu optimieren (z. B. Einführung von Förderung des Take-up durch Bezuschussung von Anschlüssen für Haushalte und Unternehmen).

Im Jahr 2005 wurde für die Entwicklung zur „Intelligent Nation“ ein umfassender Masterplan entwickelt, der sich eine weltweit führende Rolle Singapurs innerhalb von 10 Jahren zum Ziel gesetzt hatte. Dabei wurden die drei Bereiche hochleistungsfähige Infrastruktur, sektorale Transformation von Schlüsselsektoren in Wirtschaft, Gesellschaft und Verwaltung sowie gut ausgebildetes Humankapital adressiert (siehe Abbildung 10-5).

176 750 Mio. S\$ (ca. 465 Mio. Euro) für NetCo, 250 Mio. S\$ (ca. 155 Mio. Euro) für OpCo, vgl. IDA (2008): IDA launches RFP for an OpCo to Design, Build And Operate the Active Infrastructure of Singapore's Next Gen NBN, Pressemitteilung vom 7. April 2008, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/archived/ida/media-releases/2008/20080407164702>.

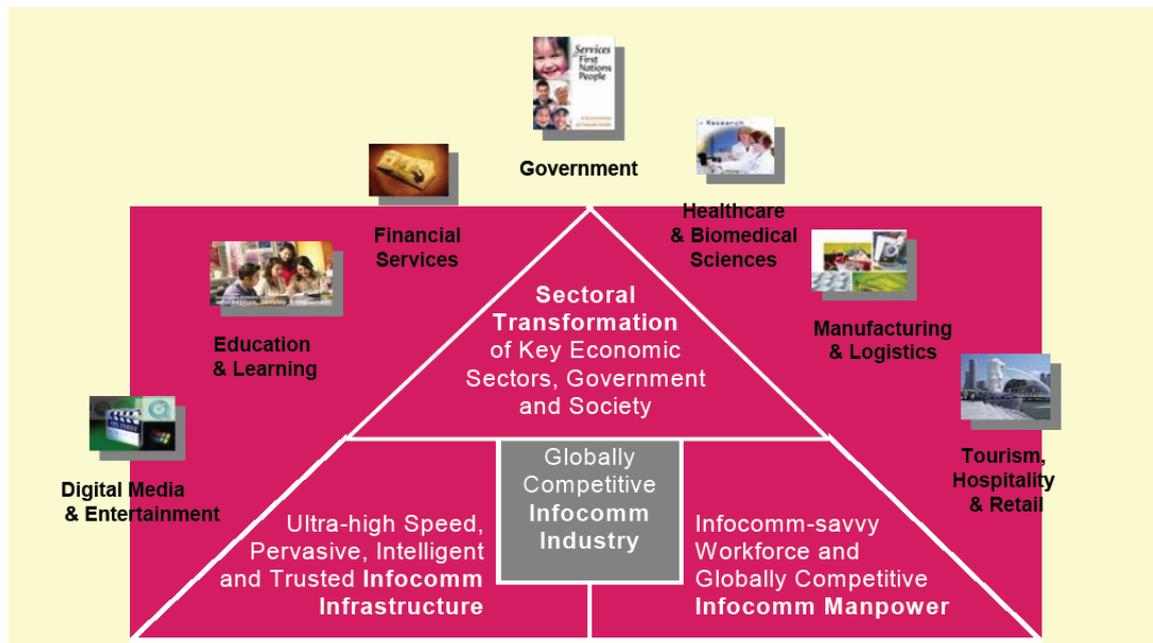
177 Vgl. IMDA (2005): Realising The iN2015 Vision: Singapore – An Intelligent Nation, A Global City, Powered By Infocomm, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/about/resources/realisingthevisionin2015.pdf>.

178 Vgl. NetLink (2017): Analyst Briefing, July 2017, S. 20, elektronisch verfügbar unter: http://netlinknbn.com/newsroom/20170724_171115_CJLU_HMJSVUPLDMXTBZAB.1.pdf.

179 Vgl. IMDA (2005): Realising The iN2015 Vision: Singapore – An Intelligent Nation, A Global City, Powered By Infocomm, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/about/resources/realisingthevisionin2015.pdf>.

180 Vgl. zur Historie der bisherigen IKT-bezogenen Nationalen Technologie-Programme in Singapur: Ponting, A; Yimin, Z. (2016): Lessons from New York for Singapore's Smart Nation Journey, S. 3-4, elektronisch verfügbar unter: <https://www.clc.gov.sg/documents/books/research-workshop/2016/lessons-from-new-york-for-singapore-smart-nation-journey.pdf>.

Abbildung 10-5: Singapur: Masterplan „Intelligent Nation 2015“ (iN2015)



Quelle: Yun, K. (2008).¹⁸¹

In diesem Kontext haben gezielte politische Programme und öffentliche Förderung zur Stimulierung der Nachfrage eine hohe Bedeutung (z. B. auch Subvention von Anschlüssen für einkommensschwache Haushalte¹⁸² und für kleine und mittlere Unternehmen¹⁸³).¹⁸⁴

Die ganzheitliche Denkweise spiegelt sich auch in dem von der Regulierungsbehörde IMDA im August 2015 beschlossenen integrierten Industrieentwicklungsplan „Infocomm Media 2025“ wider, der der hohen Bedeutung der digitalen Transformation in allen Wirtschaftsbereichen Rechnung trägt.¹⁸⁵ Der Weg dorthin wird in der „ICM Industry Transformation Map“ definiert, die anknüpfend an die bereits verfolgten Schwerpunkte drei

¹⁸¹ Vgl. Yun, K. (2008): Next Generation National Broadband Network for Singapore (Next Gen NBN), Presented by Mr Khoong Hock Yun, Assistant Chief Executive (Infrastructure Development Group), IDA, S. 4, elektronisch verfügbar unter:

https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/archive/news-and-events/news_and_events_level2/20080407164702/opcorfp7apr08.pdf.

¹⁸² Vgl. Home Access Programme, bestehend seit 2014,

<https://www.imda.gov.sg/community/consumer-education/digital-inclusion/home-access>.

¹⁸³ Vgl. Fibre Ready Scheme,

<https://www.imda.gov.sg/industry-development/programmes-and-grants/small-and-medium-enterprises/fibre-ready-scheme>.

¹⁸⁴ Ein Überblick über zahlreiche Förderprogramme für Unternehmen und Haushalte ist verfügbar unter:

<https://www.imda.gov.sg/industry-development/programmes-and-grants>.

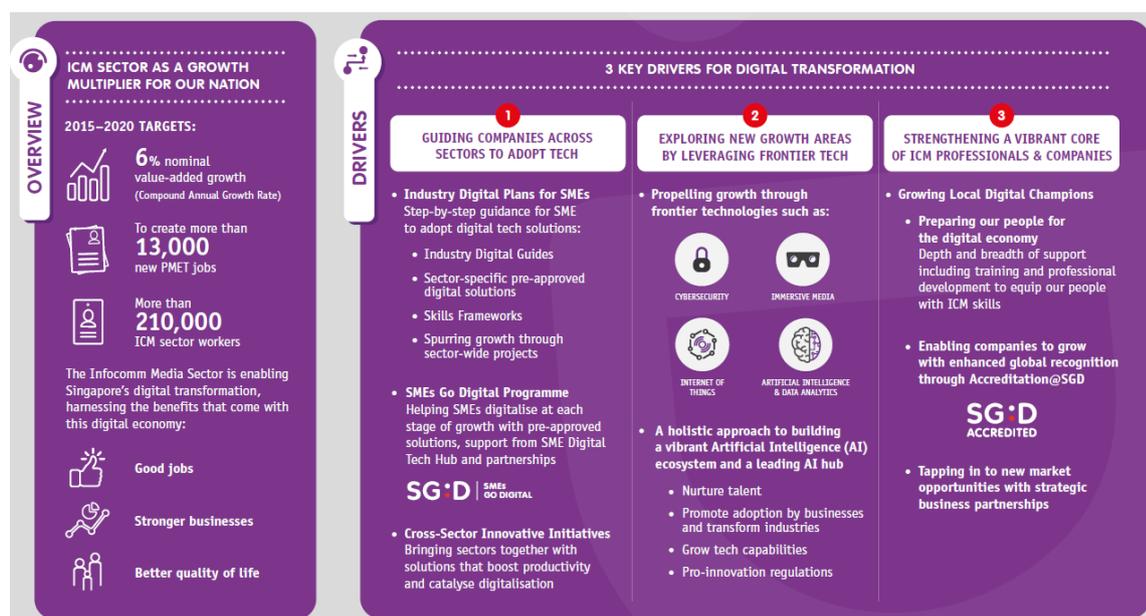
¹⁸⁵ Vgl. IDA (2015): Infocomm Media 2025, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/about/resources/infocommmedia2025report.pdf?la=en>.

Haupttreiber für die digitale Transformation mit entsprechenden Förderprogrammen unterstützen will (siehe Abbildung 10-6):

- Adaption digitaler Technologien durch Unternehmen in allen Wirtschaftsbereichen: Durch eine wirtschaftsbereichsübergreifende Herangehensweise sollen Potenziale für innovative Lösungen gehoben werden. Dabei bilden KMU eine Gruppe, die besonderer Förderung bedarf.
- Erschließung neuer Wachstumsfelder durch Frontier Technologies (z. B. Cyber Security, Immersive Media, IoT, Künstliche Intelligenz und Data Analytics): Dabei soll in einem ganzheitlichen Ansatz ein Ökosystem für Künstliche Intelligenz entstehen, in dem Aspekte der Nutzung, der Kompetenz und der Regulierung berücksichtigt werden.
- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen durch Verfügbarkeit kompetenter Fachkräfte, globale Sichtbarkeit mittels entsprechender Zertifizierung und neue Marktpotenziale durch strategische Partnerschaften.

Abbildung 10-6: Singapur: ICM Industry Transformation Map



Quelle: IMDA.¹⁸⁶

186 <https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/sg-digital/infocomm-media-industry-transformation-map.pdf?la=en>.

10.3.3 Anbieter und Wettbewerb

In Singapur ist der Telekommunikationsmarkt durch die Anbieter Singtel, StarHub und M1 geprägt:

- Der Incumbent Singtel ist der teilnehmerstärkste Anbieter im Telekommunikationsmarkt von Singapur und hat im Jahr 2017 eigenen Angaben zufolge mit 600.000 Endkunden einen Marktanteil von 42% im Breitbandmarkt.
- StarHub, gegründet im Jahr 2000, betreibt das HFC-Netz des Landes und erwirtschaftet mehr als die Hälfte seines Umsatzes mit Mobilfunk (2016). Mit Breitbanddiensten werden nur 9% des Umsatzes generiert, wird jedoch das stärkste Wachstum erzielt (2016).¹⁸⁷ StarHub ist 100%iger Eigentümer der OpCo Nucleus.
- M1, gegründet 1994, ist der kleinste Anbieter, der seinen Schwerpunkt im eigenen Mobilfunknetz hat und darüber hinaus als Diensteanbieter Glasfaserzugänge vermarktet.¹⁸⁸

Mit der australischen TPG Telecom, die Ende 2016 die vierte Mobilfunklizenz in Singapur gewonnen hat, wird Mitte 2018 ein neuer Anbieter in das weitgehend gesättigte Mobilfunksegment des Marktes eintreten. Der zunehmend starke Wettbewerb im Mobilfunk wird dann durch vier Netzbetreiber und drei MVNOs geprägt.¹⁸⁹

Das Marktsegment der Glasfaseranschlüsse unterscheidet sich vom restlichen Telekommunikationsmarkt deutlich durch seine Anbieterstruktur, die im Wesentlichen durch ein Wholesale-only Netz geprägt ist, welches die drei strukturell voneinander getrennten Ebenen Netzausbau, Netzbetrieb und Dienstangebot vorsieht. Während jeweils nur ein Anbieter als NetCo die passive Infrastruktur und als OpCo die aktive Infrastruktur betreibt, herrscht im Dienstebereich Wettbewerb durch mehrere Service Provider.

Dabei besteht grundsätzlich keine Exklusivität und es sind sowohl auf der Ebene des Netzaufbaus als auch -betriebs auch mehrere Anbieter zugelassen. Es gab in der Vergangenheit auch mehrere Absichtserklärungen für parallele Glasfaserinfrastrukturen, die jedoch nie errichtet wurden.¹⁹⁰

¹⁸⁷ Vgl. StarHub (2017): Annual Report 2016, S. 3, elektronisch verfügbar unter:

<http://passthrough.fw->

[no-](http://passthrough.fw-)

[tify.net/download/011491/http://ir.starhub.com/FormBuilder/Resource/module/gZSLlQdlcU638zpQWaYGmQ/StarHub-AR-2016/SHL_AR2016.pdf](http://ir.starhub.com/FormBuilder/Resource/module/gZSLlQdlcU638zpQWaYGmQ/StarHub-AR-2016/SHL_AR2016.pdf).

¹⁸⁸ Vgl. M1 homepage: <https://www.m1.com.sg/aboutm1/ourcompany>.

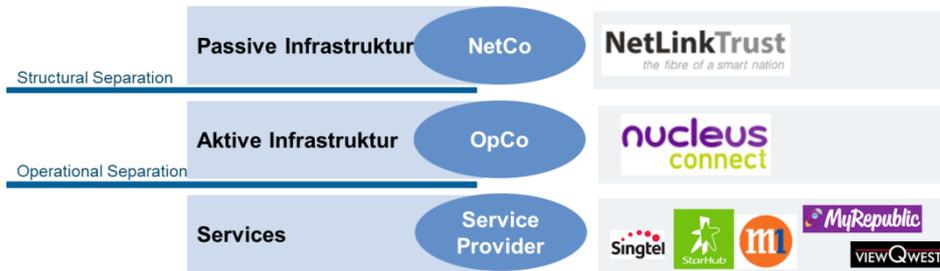
¹⁸⁹ Vgl. Waring, J. (2018): Third MVNO launches in Singapore, 12. Februar 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.mobileworldlive.com/asia/asia-news/third-mvno-launches-in-singapore/>;

SG Investors (2018): Telecom Sector, OCBC Investment 2018-02-21: Switch from Starhub to Singtel, elektronisch verfügbar unter:

<https://research.sginvestors.io/2018/02/telecom-sector-ocbc-investment-2018-02-21.html>.

¹⁹⁰ Vgl. Broadband Commission (2014): Singapore: broadband's policy innovator, S. 2, elektronisch verfügbar unter:

Abbildung 10-7: Singapur: Anbieterstruktur im Bereich des Glasfasernetzes (NGNBN)



Quelle: WIK basierend auf NetLink (2017).¹⁹¹

NetCo: NetLink

Die Betreibergesellschaft der passiven Infrastruktur ist das Unternehmen NetLink, das im September 2008 als privates Konsortium unter dem Namen OpenNet einen Request-for-Proposal (RFP) -Prozess gewonnen hatte.¹⁹² An OpenNet war Singtel mit 30% beteiligt.¹⁹³ NetLink befindet sich im Besitz der NetLink Trust,¹⁹⁴ die im Jahr 2017 ihren Börsengang vollzog, um damit auch die Auflage der IMDA zu erfüllen, den 100%igen Anteil von Singtel bis April 2018 auf max. 25% zu reduzieren.¹⁹⁵

NetLink hat für den Infrastrukturaufbau eine finanzielle Förderung der Regierung in Höhe von S\$732 Mio. (etwa 450 Mio. Euro) erhalten.¹⁹⁶ Das Unternehmen unterliegt seit 2013 einer Universaldienstverpflichtung, die ihr die Versorgung aller Haushalte, Unternehmen und Gebäude auferlegt. Beim Netzaufbau nutzt OpenNet Leerrohre und andere passive Infrastrukturelemente von Singtel.

<http://broadbandcommission.org/Documents/Media%20Corner%20Files%20and%20pdfs/Singapore%20-%20broadband%E2%80%99s%20policy%20innovator.pdf>.

¹⁹¹ Vgl. NetLink (2017): NetLink NBN, Prospectus 10. Juli 2017, S. 2, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.netlinknbn.com/misc/NetLink-NBN-Trust-Prospectus.pdf>.

¹⁹² Seit dem 1. Oktober 2014 wird das Unternehmen unter dem Namen NetLink geführt, siehe NetLink Homepage: <http://netlinktrust.com/about-us/about/who-we-are.html>.

¹⁹³ Vgl. IMDA (2013): Consultation paper – Long form consolidation application submitted by Opennet PTE Ltd, Netlink Trust, Citynet Infrastructure Management PTE Ltd and Singapore Telecommunications Ltd, 28 August 2013, S. 3, elektronisch verfügbar unter:

https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdq/consultations/20130828_longformconsoopennet/lfcaopennet_20130828.pdf.

¹⁹⁴ Vgl. zur Struktur und den Eigentumsverhältnissen NetLink (2017): Analyst Briefing, July 2017, S. 4, elektronisch verfügbar unter:

http://netlinknbn.com/newsroom/20170724_171115_CJLU_HMJSVUPLDMXTBZAB.1.pdf.

¹⁹⁵ Vgl. Singtel (2017): Singtel to divest majority stake in NetLink Trust to 24.99%, Pressemitteilung vom 10. Juli 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.singtel.com/about-us/news-releases/singtel-to-divest-majority-stake-in-netlink-trust-to-249-per-cent>.

¹⁹⁶ Vgl. NetLink (2017): NetLink NBN, Prospectus 10. Juli 2017, S. 13, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.netlinknbn.com/misc/NetLink-NBN-Trust-Prospectus.pdf>.

NetLink unterliegt einer strukturellen Separierung, d. h. das Unternehmen darf weder selbst unter der effektiven Kontrolle nachgelagerter Unternehmen wie z. B. Netzbetreibern oder Service Providern sein, noch diese seinerseits kontrollieren. Vor diesem Hintergrund haben die Besitzverhältnisse zwischen den Unternehmen (Singtels Anteil an NetLink) eine hohe Bedeutung.¹⁹⁷

NetLink ist darüber hinaus zum Abschluss sogenannter „Interconnection Agreements“ über den Zugang zur Infrastruktur von NetLink mit nachgelagerten Marktteilnehmern verpflichtet, deren Konditionen von der Regulierungsbehörde genehmigt werden müssen. Derzeit hat NetLink 13 solcher „Interconnection Agreements“¹⁹⁸ mit Marktteilnehmern geschlossen.

OpCo: Nucleus

Als OpCo fungiert der Anbieter Nucleus Connect, der im April 2009 nach einem Request-for-Proposal-Prozess von der Regulierungsbehörde mit dem Betrieb der aktiven Infrastruktur des NGNBN beauftragt wurde.¹⁹⁹ Nucleus ist eine 100%ige Tochter von StarHub und nahm seinen kommerziellen Betrieb im August 2010 auf.²⁰⁰

Nucleus unterliegt der Auflage einer „Operational Separation“, die weniger streng als eine strukturelle Separierung ist und eine operative Trennung von nachgelagerten Anbietern (Service Providern) erfordert. Dies bedeutet vor allem eine rechtliche und räumliche Trennung sowie unabhängige Entscheidungsprozesse, wobei die OpCo vollständig im Besitz nachgelagerter Unternehmen sein darf.²⁰¹

197 Vgl. IMDA (2009): Annex A – Structural Separation and Operational Separation, Dokument veröffentlicht im Rahmen der Beauftragung der OPCO, 3. April 2009, elektronisch verfügbar unter: https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/inner/archive/news%20and%20events/news_and_events_level2/20090403155250/annexa.pdf (Pressemitteilung unter: <https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/archived/ida/media-releases/2009/20090403155250>).

198 Unter „Interconnection Agreements“ werden die Zugangsvereinbarungen zwischen NetLink und dem Vertragspartner verstanden, siehe zu den im Zusammenhang mit den Vereinbarungen verwendeten Begriffen ausführlich IMDA (2017): Public Consultation on NetLink Trust's Interconnection Offer, Schedule 18 “Dictionary”, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/inner/pcdg/consultations/consultation-paper/public-consultation-on-netlink-trusts-interconnection-offer/3072017-schedule-18-stage-1.pdf?la=en>.

199 Vgl. IDA (2009): Media Briefing Selection of Next Generation NBN OpCo, 3 April 2009, elektronisch verfügbar unter: https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/inner/archive/news%20and%20events/news_and_events_level2/20090403155250/briefingslides.pdf.

200 Vgl. Nucleus Connect (2010): Nucleus Connect Commences Commercial Operations to Power Infinite Possibilities on Singapore's Nationwide Ultra High-Speed Fibre Network, Pressemitteilung, 31. August 2010, elektronisch verfügbar unter: <http://www.nucleusconnect.com/press-310810-Commencement.php>.

201 Vgl. IMDA (2009): Annex A – Structural Separation and Operational Separation, Dokument veröffentlicht im Rahmen der Beauftragung der OPCO, 3. April 2009, elektronisch verfügbar unter: https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/inner/archive/news%20and%20events/news_and_events_level2/20090403155250/annexa.pdf (Pressemitteilung unter: <https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/archived/ida/media-releases/2009/20090403155250>).

In seiner Lizenz wurde Nucleus verpflichtet, Dritten (Festnetzbetreibern, Diensteanbietern, Rundfunkunternehmen)²⁰² Zugang zu gewähren.

Nucleus bietet ein breites Spektrum an Zugangsprodukten an, die nach 4 verschiedenen Qualitätsklassen („Best Effort“ bis „Real Time“), verschiedenen Bandbreiten und weiteren Kriterien differenziert sind.²⁰³ Ergänzend können Dienste wie z. B. Collocation bereitgestellt werden.²⁰⁴ Die Preise für die Zugangsprodukte müssen von der Regulierungsbehörde genehmigt werden.

Service Provider

Auf der Ebene der Service Provider gibt es insgesamt 12 Unternehmen, die basierend auf entsprechenden „Interconnection Agreements“ mit der OpCo Nucleus Glasfaseranschlüsse an Endkunden vermarkten.²⁰⁵

Zu den Service Providern gehören zum einen die großen Telekommunikationsanbieter Singtel, StarHub und M1. Sie hatten im September 2010 ihre kommerziellen Dienste über das Glasfasernetz gelauncht und zunächst die Migration ihrer bestehenden DSL- und Kabelkunden zu Glasfaseranschlüssen angestrebt.²⁰⁶ Der Migrationsprozess ist heute weitgehend abgeschlossen und es verbleiben nur noch kleine Kundengruppen mit Breitbandanschlüssen über DSL und Kabel. Singtel beabsichtigt, die komplette Migration seiner Breitbandkunden im Laufe dieses Jahres zu vollziehen und dann gar kein DSL mehr anzubieten.²⁰⁷

Zum anderen sind neue Anbieter in das Service Provider-Segment eingetreten, die eine deutliche Intensivierung des Wettbewerbs bewirkt haben. Die Chance für den Markteintritt als Diensteanbieter im Glasfasermarkt hat das im Jahr 2011 gegründete Start-up-Unternehmen MyRepublic erfolgreich genutzt, um sich heute zum wichtigsten Wettbewerber der etablierten Unternehmen im Service Provider-Segment zu entwickeln. Ein

202 Vgl. IMDA (2018): Master interconnection offer (IC) agreement, S. 6, elektronisch verfügbar unter: https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdg/licensees/nextgen-nbn/nucleusconinteroffer/phase2-2018/master-ico-agmt_201802050.pdf?la=en.

203 Die Produktbeschreibungen sind detailliert verfügbar unter <http://www.nucleusconnect.com/ICO.php?navid=3&itemID=11>.

204 Die Dienste umfassen z. B. Aggregation Ethernet Virtual Connection (AG-EVC), Provider Backbone Ethernet Virtual Connection (PB-EVC), IP Multicast Connection, VPN, Residential Per-End-User Connection, Non-residential Per-End-User Connection; vgl. zu den einzelnen Diensten detaillierte Beschreibungen im Rahmen des Interconnection Offers von Nucleus unter IMDA (2017): Nucleus Connect ICO Revisions, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/regulations-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/nationwide-broadband-network/nucleus-connect-ico-revisions>.

205 Die Agreements, die zwischen Nucleus und Service Providern abgeschlossen wurden, sind im Detail elektronisch verfügbar unter: <http://www.nucleusconnect.com/customised-agreements.php?navid=3&itemID=22>.

206 Vgl. Ovum (2015): Quad Play: Singapore Telecom, elektronisch verfügbar unter: <https://myrepublic.net.sg/resources/articles/04-11-14%20Ovum%20MyRepublic%20Similar%20to%20FREE.pdf>.

207 Vgl. Telegeography (2017): Singtel shutting ADSL in April 2018 to complete fibre migration, 13 Sep 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2017/09/13/singtel-shutting-adsl-in-april-2018-to-complete-fibre-migration/>.

weiterer bedeutender ISP ist das Unternehmen ViewQwest, das im Jahr 2001 gegründet wurde und zunächst das Geschäftskundensegment (insbesondere Finanzdienstleister) mit Breitbandanschlüssen versorgte. Auch heute bietet ViewQwest Geschäftskunden ein breites Produktportfolio, das neben „Connectivity“ auch „Data Centre“ und „Managed Services“ umfasst.

10.3.4 Regulierung

Der Telekommunikationsmarkt in Singapur ist seit dem Jahr 2000 vollständig liberalisiert.²⁰⁸ Die Regulierungsaufsicht erfolgt seit Oktober 2016 durch die Info-communications Media Development Authority (IMDA), in der die vormals für Telekommunikation und Medien getrennt zuständigen Behörden²⁰⁹ zusammengeführt wurden. Nach wie vor gibt es jedoch noch verschiedene Rechtsrahmen für Telekommunikation und Medien.

Im Telekommunikations-Rechtsrahmen spielen Verordnungen und Leitlinien sowie „Codes of Practices“ wichtige Rollen. Für den Glasfaserausbau wurden an NetCo und OpCo Lizenzen für den Festnetzbetrieb vergeben.²¹⁰ In diesen Lizenzen werden spezifische Auflagen formuliert:²¹¹

208 Vgl. IMDA (2017): Full Competition in Singapore's Telecommunication Sector, last updated 03 November 2017, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.imda.gov.sg/regulations-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/competition-management/full-competition-in-singapores-telecommunication-sector>.

209 Media Development Authority (MDA) und Info-communications Development Authority (IDA).

210 Die Regulierungsbehörde vergibt im Telekommunikationsmarkt für Festnetzbetrieb und Diensteanbieter grundsätzlich verschiedene Lizenzen (facilities-based operation (FBO) und services-based operation (SBO)), siehe IMDA (2017): Full Competition in Singapore's Telecommunication Sector – last updated 03 November 2017, elektronisch verfügbar unter:

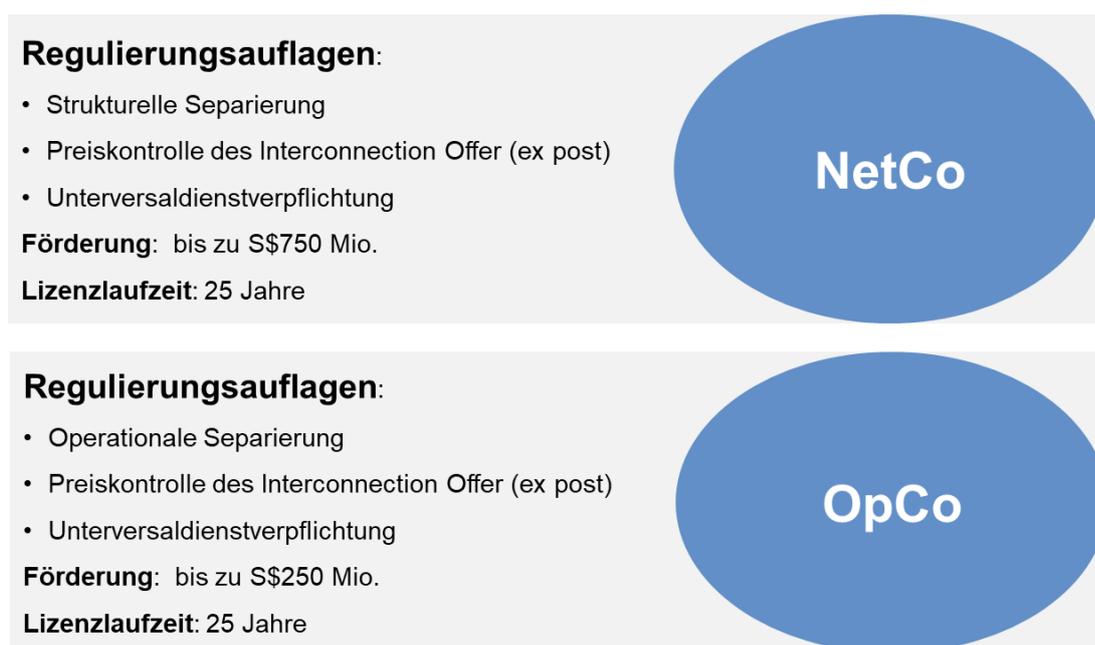
<https://www.imda.gov.sg/regulations-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/competition-management/full-competition-in-singapores-telecommunication-sector>.

211 Vgl. Getting the Deal through (2017): Telecoms and Media Singapore, September 2017, elektronisch verfügbar unter:

<https://gettingthedealthrough.com/area/39/jurisdiction/58/telecoms-media-singapore/>.

- Separierungsaufgaben (strukturelle Separierung für NetCo, operationale Separierung für OpCo)
- Universaldienstverpflichtung für eine flächendeckende Versorgung mit Glasfaser (NetCo) bzw. flächendeckenden Netzbetrieb (OpCo)
- Ex-post-Preiskontrolle

Abbildung 10-8: Singapur: Regulierung von NetCo und OpCo



Quelle: WIK basierend auf Informationen der IMDA.

Hinzu kommen „Codes of Practices“, um den Netzzugang zu regeln.

Beide Lizenzen wurden im Rahmen eines Request-for-Proposal-Prozesses ausgeschrieben und vergeben, in dem sich mehrere Anbieter um die jeweilige Lizenz beworben hatten.

Sowohl die Preise der NetCo als auch der OpCo müssen von der Regulierungsbehörde ex post genehmigt werden. Beide Unternehmen müssen ihre Preise auf einer fairen und nicht-diskriminierenden Basis bilden.

Die Regulierungsbehörde IMDA überprüft die Preise von NetLink als dominantem Lizenznehmer alle drei bis fünf Jahre im Hinblick auf seine Kosteneffizienz. Beim letzten Review im Mai 2017 wurden Entwicklungen wie die Restrukturierung des Betriebs und Internalisierung von Funktionen durch die Zusammenlegung von OpenNet und CityNet zu NetLink berücksichtigt, die zu der Forderung nach einer Preisreduktion führten.

Tabelle 10-2: Wholesale-Preise von NetLink (Mai 2017)

	Preis pro Monat (in S\$)	Preis pro Monat (in Euro)
Residential End-User Connection	13,80	8,56
Non-Residential End-User Connection	55,00	34,10
Non-Building Address Point Connection	73,80	45,76
Central Office (CO) to CO Connection	4.328,50	2.683,67

S\$1 = 0,62 Euro

Quelle: WIK basierend auf IMDA.²¹²

Nucleus muss seine Wholesale-Preise für alle angebotenen Zugangsdienste ebenfalls ex post von der Regulierungsbehörde IMCO genehmigen lassen. Die letzte Preisanpassung erfolgte im Juli 2017 in Reaktion auf die angepassten Preise von NetLink. Darüber hinaus wird ebenso wie bei NetLink ein regelmäßiger Review der Preise durch die IMDA vorgenommen (alle 3 Jahre).²¹³

Die Regulierungsbehörde überwacht über die Preise hinaus auch kontinuierlich die Einhaltung von weiteren Auflagen und erhebt ggf. Strafzahlungen. So musste z. B. NetLink insgesamt sechs Strafzahlungen in Höhe von insgesamt S\$2,14 Mio. (ca. 1,3 Mio. Euro) leisten, weil die Bereitstellungsfristen für die Schaltung von neuen Anschlüssen oder die Fristen beim Anbieterwechsel nicht eingehalten wurden.²¹⁴

10.3.5 Fazit

Singapur ist in unserer Logik ein Beispiel für das Szenario 2, in dem auch ohne einen intensiven Infrastrukturwettbewerb ein intensiver Dienstewettbewerb und eine hohe digitale Transformation erreicht werden können.

Die weltweit führende Position von Singapur bei der Digitalisierung wurde in hohem Maße durch die ehrgeizigen politischen Zielsetzungen und konsequenten, langfristig

²¹² Vgl. IMDA (2017): IMDA Finalises Review Of Prices In Netlink Trust's Interconnection Offer, last updated 23 November 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/media-releases/2017/imda-finalises-review-of-prices-in-netlink-trusts-interconnection-offer>.

²¹³ Alle Preise der in der Vergangenheit genehmigten Zugangsdienste sind verfügbar unter <https://www.imda.gov.sg/regulations-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/nationwide-broadband-network/nucleus-connect-ico-revisions>.

²¹⁴ Vgl. Tham, I. (2017): NetLink Trust hit by \$150,000 fine for failure to deliver orders on time, its sixth in five years, 27.12.2017, elektronisch verfügbar unter: <http://www.straitstimes.com/tech/netlink-trust-hit-by-150000-fine-for-failure-to-deliver-orders-on-time-its-sixth-in-five-years>.

aufeinander aufbauenden Pläne und Förderprogramme beeinflusst. Unter den günstigen Voraussetzungen eines wirtschaftlich starken und kleinen, dicht besiedelten Landes erfolgte dabei ein kontinuierliches Monitoring und Nachsteuern durch adäquate Maßnahmen (wie z. B. eine Stimulierung der Take-up-Rate). Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass mit den gleichzeitigen Maßnahmen Ausbau von Infrastruktur, Förderung des Wettbewerbs und Entwicklung aller relevanten Nachfragesegmente alle Zieldimensionen der Gigabitgesellschaft in einem ganzheitlichen Ansatz verfolgt wurden.

Bezogen auf den Wettbewerb hat Singapur mit der (auf den Glasfaserausbau beschränkten) strukturellen Separierung und damit verbundenen Schaffung einer NetCo sowie OpCo (Wholesale-only) einen anderen Weg als andere führende Gigabitgesellschaften gewählt. Mit dieser Struktur wurden die Voraussetzungen für einen funktionierenden Dienstewettbewerb geschaffen, die von der Regulierungsbehörde regelmäßig beobachtet und in Form einer ex-post-Preisregulierung auf Wholesale-Ebene gestaltet werden. Es kommt dabei regelmäßig zum Einschreiten der Regulierungsbehörde, wenn Auflagen und Vereinbarungen nicht eingehalten werden oder ihre kontinuierliche Marktbeobachtung Anhaltspunkte für ein erforderliches Handeln gibt.

10.4 Zusammenfassung

Wie die Fallstudien zeigen, ist ein intensiver Infrastrukturwettbewerb keine zwangsläufige Voraussetzung dafür, dass ein hoher digitaler Transformationsgrad erreicht wird. Dies ist auch über einen intensiven Wettbewerb auf der Diensteebene möglich. Dort, wo intensiver Infrastrukturwettbewerb herrscht, wurde die Regulierungsintensität deutlich reduziert und auf eine Missbrauchskontrolle bei konkreten Verdachtsfällen reduziert. Letzteres erscheint gleichwohl in allen drei betrachteten Staaten weiterhin erforderlich.

Erweitert man den Blick, fällt auf, dass alle drei betrachteten Staaten einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen, bei dem der Staat nicht nur die wettbewerblichen Rahmenbedingungen für die digitale Transformation geschaffen hat, sondern auch seine Rolle als Nachfrager digitaler Dienste und als Wegbereiter für die Akzeptanz entsprechender Dienste in der Bevölkerung aktiv wahrnimmt.

Dies erscheint als ein wichtiger Grund für den hohen Grad der digitalen Transformation, der in den betrachteten Ländern erreicht werden konnte.

11 Resümee

Im neuen Koalitionsvertrag hat sich die Bundesregierung klar zu einem flächendeckenden Ausbau von Gigabitnetzen bekannt. Damit trägt sie der Relevanz der Digitalisierung und damit verbundenen Megatrends wie Industrie 4.0 und der digitalen Vernetzung Rechnung. Dies ist auch eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die deutsche Wirtschaft perspektivisch ihre starke Stellung im Wettbewerb mit anderen Volkswirtschaften behaupten kann. Zugleich gewinnen auch gesellschaftspolitische Themen im Zusammenhang mit der Digitalisierung an Gewicht.

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Zielsetzung des Koalitionsvertrags wird die Telekommunikationspolitik in der kommenden Legislaturperiode dadurch geprägt sein, die Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, dass die Mammutaufgabe, Deutschland mit flächendeckenden hochleistungsfähigen Informationsinfrastrukturen auszustatten, gelingt. Über die Frage, wie die Rahmenbedingungen konkret ausgestaltet werden sollten, um insbesondere den eigenwirtschaftlichen Gigabitnetzausbau zu befördern, findet aktuell eine intensiv und emotional geführte Debatte statt.

Unser Gutachten grenzt sich bewusst von dieser aktuellen Fragestellung ab und hat untersucht, wie die wettbewerblichen und nicht-wettbewerblichen Rahmenbedingungen in der Gigabitwelt 2025+ ausgestaltet sein sollten. Damit legen wir den Fokus auf die Periode, die der erfolgreichen flächendeckenden Erschließung mit Gigabitnetzen folgen wird. Diese Verbreiterung des Betrachtungshorizonts ist wichtig, um langfristige strategische Zielsetzungen zu identifizieren und in eine ganzheitliche Digitalisierungspolitik einfließen zu lassen. Sie wird gerade in den im Bereich der Digitalisierung weltweit führenden asiatischen Ländern schon seit längerem erfolgreich angewandt.

Zu diesem Zweck haben wir im Rahmen unseres Gutachtens vier Szenarien entlang der Dimensionen Infrastruktur, Dienstangebot und Nachfrage entwickelt. Entscheidend für die Beurteilung der Szenarien sind die Ausprägungen der Wettbewerbsintensität sowie der wahrscheinliche Grad der digitalen Transformation, der in den jeweiligen Szenarien erreicht werden kann. Hierbei unterscheiden wir zwei Szenarien mit einem hohen Grad an digitaler Transformation sowie ein Szenario mit einer mittelmäßig ausgeprägten und ein Szenario mit einer gering ausgeprägten Nachfrage nach digitalen Diensten.

Uns ist dabei bewusst, dass die von uns entworfenen Szenarien wahrscheinlich nicht in der von uns skizzierten Reinform auftreten werden, es auf regionaler Ebene zu unterschiedlichen Szenarien kommen kann und auch dynamische Bewegungen und Entwicklungen zwischen den jeweiligen Szenarien möglich sind. Gleichwohl dienen uns diese als geeignete Werkzeuge, um Hypothesen für die Gigabitwelt 2025+ abzuleiten und vor allem Empfehlungen für die Ausgestaltung der wettbewerblichen und nicht-wettbewerblichen Rahmenbedingungen zu entwickeln.

Eine wichtige Erkenntnis besteht darin, dass ein intensiver Infrastrukturwettbewerb keine notwendige Voraussetzung für die aus unserer Sicht erstrebenswerte weitreichende digitale Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft darstellt. Zwar stellt ein Szenario mit ausgeprägtem Infrastrukturwettbewerb aus ökonomischer Sicht das Idealbild dar, es ist jedoch auch möglich, dass sich bei einem offenen Zugang auch unter monopolistischen oder duopolistischen Rahmenbedingungen ein Dienstewettbewerb entwickelt, welcher entsprechende Nachfrage nach sich zieht. Letzteres kann beispielsweise in Singapur beobachtet werden, wo zahlreiche ISPs das Netz der nationalen Wholesale-only Glasfasergesellschaft nutzen.

Wichtig mit Blick auf die Existenz und das Ausmaß von Infrastrukturwettbewerb in der Gigabitwelt 2025+ wird dabei einerseits sein, in welchem Umfang Produkte, die über Mobilfunknetze angeboten werden, als Substitute für Festnetzprodukte fungieren werden, und zum anderen, wie intensiv sich die Konzentrationstendenzen auf dem Markt fortsetzen werden.

Unsere zweite Erkenntnis ist, dass der „Steady State“ der Gigabitwelt 2025+ das Potenzial für einen weitreichenden Abbau von Regulierung bietet, und zwar in allen betrachteten Szenarien. Die heute angewandte Systematik der Marktanalyse mit ihren komplexen und langwierigen Prozessen wird im „Steady State“ der Gigabitwelt 2025+ nicht mehr benötigt. Dadurch lassen sich Regulierungsintensität und -komplexität signifikant verringern und sowohl aufseiten der öffentlichen Hand als auch aufseiten der Marktteilnehmer Kosten, die mit der Regulierung in institutioneller Hinsicht und mit deren Befolgung verbunden sind, reduzieren.

Dort, wo Infrastrukturwettbewerb herrscht, kann vollständig auf ex-ante-Regulierungseingriffe verzichtet werden. Hier ist eine ex-post-Missbrauchskontrolle, welche an das allgemeine Wettbewerbsrecht angelehnt wird, bei begründeten Verdachtsfällen absolut hinreichend.

Auch dort, wo Wettbewerb auf einer Infrastruktur herrscht, stellt sich die Situation ähnlich dar. Die Möglichkeit, Werkzeuge der ex-ante-Regulierung einzusetzen, sollte hier als mögliche Drohkulisse für den Fall ausreichen, dass es durch Einschränkungen beim Zugang infolge von Veränderungen bei den Unternehmensstrategien zu signifikanten Konzentrationstendenzen auf dem Dienstemarkt kommt. Grundsätzlich erscheint jedoch auch hier eine ex-post-Missbrauchskontrolle hinreichend.

Wenn es nur begrenzten Infrastrukturwettbewerb gibt und auch auf der Diensteebene in geringem Umfang wettbewerbliche Verhältnisse vorherrschen, kann eine ex-ante-Regulierung auch in der Gigabitwelt 2025+ notwendig sein. Dies sollte aber weitaus seltener als heute sein. Hinzu kommt, dass selbst dann, wenn eine ex-ante-Regulierung erforderlich sein sollte, die Komplexität und Eingriffstiefe der zum Einsatz kommenden Instrumente deutlich reduziert werden sollte. Im Gegensatz zu der in der Kupferwelt angewandten KEL-Regulierung erscheinen in der Gigabitwelt Verpflichtungen, die Drit-

ten diskriminierungsfreien Zugang zu kommerziellen und qualitativen Konditionen bieten, die diesen erlauben, in den Wettbewerb mit den Produkten des Infrastrukturanhabers zu treten, hinreichend und effizient.

Während mit Blick auf die wettbewerbliche Regulierung somit eine nachhaltige Deregulierung geboten scheint, gewinnen nicht-wettbewerbliche Aspekte im Einklang mit der steigenden Relevanz digitaler Anwendungen für das wirtschaftliche und gesellschaftliche Leben an Bedeutung. Hier scheint es geboten, dass Themen wie Versorgungssicherheit, Datensicherheit und Datenintegration sowie Verbraucherschutz stärker als bisher in den Fokus der öffentlichen Hand rücken, damit in einer Welt der zunehmenden Digitalisierung nicht einzelne gewerbliche und/oder private Nachfrager aufgrund mangelhafter Qualitäten, langfristiger Ausfallzeiten oder Sicherheitsbedenken von der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Teilhabe ausgeschlossen werden.

Mit Blick auf die Versorgungsqualität erscheint es geboten, Mindestqualitätsstandards verbindlich vorzugeben, die durch die Netzbetreiber erfüllt werden müssen und bei Verstößen auch sanktioniert werden. In Kombination mit diesen Mindestqualitätsstandards könnte in einem durch Wettbewerb auf der Infrastrukturebene gekennzeichneten Markt auch ein Zertifizierungssystem eingeführt werden, welches die Einhaltung von Qualitätsstandards durch eine unabhängige Prüfinstanz bestätigt und damit gegenüber den Nachfragern transparent macht.

Neben der Schaffung geeigneter ordnungspolitischer Rahmenbedingungen kommt der öffentlichen Hand im Prozess der digitalen Transformation jedoch auch eine wichtige Rolle als Nachfrager digitaler Dienste zu. Gerade in stark regulierten Bereichen wie der Gesundheitswirtschaft oder der öffentlichen Verwaltung ist ein proaktives Vorgehen der öffentlichen Hand bei der Digitalisierung erforderlich, damit deren Potenziale auch tatsächlich realisiert werden können.

Vorbild hierfür können einige mit Blick auf die digitale Transformation weit fortgeschrittene Nationen wie Japan, Südkorea oder Singapur sein. Wie der Blick auf diese Länder zeigt, erscheint eine ganzheitliche Perspektive der politischen Entscheidungsträger in Kombination mit einer aktiven Rolle des Staates auch als Nachfrager von digitalen Diensten als wichtiger Erfolgsfaktor in einer Gigabitwelt. Auch hier ist zu beobachten, dass regulatorische Eingriffe in wettbewerblicher Hinsicht an Relevanz verlieren und sich die Rolle der Regulierungs- und Aufsichtsbehörden einer Schiedsrichterrolle annähert.

Literaturverzeichnis

3GPP (2015): Evolution of LTE in Release 13, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1628-rel13>

Alcatel-Lucent Stiftung für Kommunikationsforschung (2014): Positionspapier – Das Taktile Internet, elektronisch verfügbar unter:

http://www.stiftungaktuell.de/wp-content/uploads/2014/07/Positionspapier_Das_Taktile_Internet_final.pdf

ANACOM (2011): South Korea, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=340674>

Arnold, R.; Bonneau, V.; Bott, J.; Djurica, M.; Holtzer, A.; Plückebaum T. Ramahandry, T.; Tas, S.; Wernick, C. (2016): Implications of the emerging technologies Software-Defined Networking and Network Function Virtualisation on the future Telecommunications Landscape, A study prepared for the European Commission by WIK-Consult, IDATE and TNO, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Foresight_study_SDN.pdf

Arnold, R.; Hildebrandt, C.; Waldburger, M. (2016): Der Markt für Over-The-Top Dienste in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 409, Bad Honnef, Juni 2016

Arthur D Little (2017): 5G deployment models are crystallizing, Opportunities for telecom operators to facilitate new business ecosystems, June 2017, elektronisch verfügbar unter:

http://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/adl_5g_deployment_models.pdf

Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) (2013): Outline of the Rules for Co-location in Japan, 25 April 2013, elektronisch verfügbar unter:

http://mddb.apec.org/Documents/2013/TEL/TEL47-LSG/13_tel47_lsg_014.pdf

Beirat Junge Digitale Wirtschaft beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): BJDW – Positionspapier zum Thema E-Health/Digital Health, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bjdw-positionspapier-zum-thema-e-health-digital-health.pdf?__blob=publicationFile&v=4

BEREC (2016): BEREC Guidelines on the Implementation by National Regulators of European Net Neutrality Rules, BoR (16) 127, 30.08.2016, elektronisch verfügbar unter:

http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/regulatory_best_practices/guidelines/6160-berec-guidelines-on-the-implementation-by-national-regulators-of-european-net-neutrality-rules

Berg, A. (2017): Künstliche Intelligenz, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-PIs/2017/11-November/Bitkom-Charts-PK-AI-15-11-2017-final.pdf>

Briglaue, W.; Cambini, C. (2017): The Role of Regulation in Incentivizing Investment, Study carried out on behalf of Deutsche Telekom, 25. April 2017, elektronisch verfügbar unter:

<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/BriglaueCambiniDeutscheTelekomApril2017.pdf>

Broadband Commission (2014): Singapore: broadband's policy innovator, elektronisch verfügbar unter:

<http://broadbandcommission.org/Documents/Media%20Corner%20Files%20and%20pdfs/Singapore%20-%20broadband%E2%80%99s%20policy%20innovator.pdf>

BSI (2013): Notfallmanagement mit der Cloud für KMUs, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bsi.bund.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Presse2013/BSI-Studie_Notfallmanagement_mit_der_Cloud_fuer_KMU_08102013.html

Bundesministerium für Bildung und Forschung: 5G: Taktiles Internet; elektronisch verfügbar unter:

<https://www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/foerderung/bekanntmachungen/5g-taktiler-internet>

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017): Zukunftsoffensive Gigabit-Deutschland, Offensive der Netzallianz zum Ausbau gigabitfähiger konvergenter Netze bis 2025, Stand März 2017, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/netzallianz-digitales-deutschland.pdf?__blob=publicationFile

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014): Smart Energy made in Germany, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/smart-energy-made-in-germany.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Digitale Strategie 2015, Stand März 2016, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=16

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Grünbuch Digitale Plattformen, Stand Mai 2016, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/gruenbuch-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=20

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): 10-Punkteplan für Industrie 4.0 – Handlungsempfehlungen der Plattform Industrie 4.0, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-10-punkteplan.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Monitoring Report Wirtschaft Digital 2017, Juni 2017, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.tns-infratest.com/wissensforum/studien/pdf/bmwi/monitoring-report-wirtschaft-digital-2017-kompakt.pdf>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Weissbuch Digitale Plattformen, Digitale Ordnungspolitik für Wachstum, Innovation, Wettbewerb und Teilhabe, Stand März 2017, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/weissbuch-digitale-plattformen.pdf?__blob=publicationFile&v=22

Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI)/Roland Berger (2015): Die digitale Transformation der Industrie, elektronisch verfügbar unter:

https://bdi.eu/media/user_upload/Digitale_Transformation.pdf

Carl, M.; Lübcke, M. (2016): Das sichere Gebäude der Zukunft, elektronisch verfügbar unter:

https://www.sicherheitdirekt.de/images/download/2b_AHEAD_Trendstudie_Das_sichere_Geb%c3%a4ude.pdf

- Carl, M.; Lübcke, M. (2017): Smart Building 2030 – Geschäftsmodelle in der Sicherheitstechnik der Zukunft, elektronisch verfügbar unter: https://www.5-sterne-redner.de/fileadmin/media/download/pdf/Trendanalysen_SGJ/janszky-trendstudie-2017-2b-AHEAD-smart-building-1.pdf
- CDU; CSU; SPD (2018): Ein neuer Aufbruch für Europa, Eine neue Dynamik für Deutschland, Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Berlin, 7. Februar 2018, elektronisch verfügbar unter: https://www.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1
- DCTI/Bitkom (2015): Smart Home 2015 – Die optimale Lösung für Ihr Zuhause, elektronisch verfügbar unter: http://www.dcti.de/fileadmin/user_upload/GreenGuide_SmartHome_2015_Webversion.pdf
- Deutscher Bauernverband (2016): Landwirtschaft 4.0 – Chancen und Handlungsbedarf, Positionspapier des Deutschen Bauernverbandes von September 2016, elektronisch verfügbar unter: www.bauernverband.de/mediaarchiv/grab_pic_chris.php?id=661106
- Dialog Consult/VATM (2017): 19. TK-Marktanalyse Deutschland 2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&q=0&t=1517934095&hash=868d162392dccc3a56676abc684aa70ffd12a558&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2017_181017.pdf
- Die Medienanstalten (2016): Digitalisierungsbericht 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.die-medienanstalten.de/fileadmin/Download/Publikationen/Digitalisierungsbericht/2016/Digitalisierungsbericht_2016_deutsch.pdf
- Ericsson (2018): Scalable Network Opportunities, An economic study of 5G network slicing for IoT service deployment, elektronisch verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/assets/local/narratives/networks/documents/scalable-network-opportunities.pdf>
- ETRI (2005): Broadband convergence network [BCN] for ubiquitous Korea vision, elektronisch verfügbar unter: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1461761/>
- Europäische Union (2015): Verordnung (EU) 2015/2120 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 über Maßnahmen zum Zugang zum offenen Internet und zur Änderung der Richtlinie 2002/22/EG über den Universaldienst und Nutzerrechte bei elektronischen Kommunikationsnetzen und -diensten sowie der Verordnung (EU) Nr. 531/2012 über das Roaming in öffentlichen Mobilfunknetzen in der Union, ABI. EU Nr. L 310, 1, elektronisch verfügbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2120&from=DE>
- European Commission (2016): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the European Electronic Communications Code (Recast), COM(2016) 590 final/2, Brussels, 12.10.2016, CORRIGENDUM of document COM(2016) 590 final of 14.09.16, elektronisch verfügbar unter: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c5ee8d55-7a56-11e6-b076-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_3&format=PDF
- Fetzer, T. (2013): Staat und Wettbewerb in dynamischen Märkten

- Fetzer, T. (2014) in: Kirchhof, G.; Korte, S.; Magen, S. (Hrsg.), Öffentliches Wettbewerbsrecht, Auflage: 2014
- Fetzer, T. (2015) in: Arndt, H.-W.; Fetzer, T.; Scherer, J.; Graulich, K. (2015): TKG, Telekommunikationsgesetz, Kommentar, 2. Aufl., § 28 Rn. 75; dagegen Mayen, T. (2008) in: Scheurle, K.-D.; Mayen, T. (2008): TKG, Telekommunikationsgesetz, Kommentar, 2. Aufl.
- Fetzer, T. (2017): Bausteine für einen sektorenübergreifenden institutionellen Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft, Studie im Rahmen des Fachdialogs Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft im Auftrag des BMWi, 2017, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp18026.pdf>
- Fetzer, T. (2017): Telekommunikationsregulierung 4.0, Impulsstudie im Rahmen der Studienreihe Fachdialog Ordnungsrahmen für die digitale Wirtschaft im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp18012.pdf>
- Fetzer, T.; Schweitzer, H.; Peitz, M. (2012): Die Netzneutralitätsdebatte aus ökonomischer Sicht, Wirtschaftsdienst, Vol. 92, Iss. 11, elektronisch verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/106698/1/733571719.pdf>
- Fetzer, T.; Schweitzer, H.; Peitz, M. (2013): Flexible Geschäftsmodelle in der Telekommunikation und die Netzneutralitätsdebatte, Wirtschaftsdienst 2013, Vol. 93; Iss. 10, elektronisch verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/126421/1/769986722.pdf>
- Flügge, B. (2016): Trendthema Smart Mobility, in: Flügge, B. (Hg.): Smart Mobility: Trends, Konzepte, Best Practices für die intelligente Mobilität, Wiesbaden
- fortiss; Initiative D21 (2017): eGovernment Monitor 2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.egovernment-monitor.de/fileadmin/uploads/Studien/eGovMon2017_RZ_FINAL_WEB_NEW.pdf
- Fransman, M. (2006): Global broadband battles: why the U.S. and Europe lag while Asia leads
- Fraunhofer Fokus (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf
- Fraunhofer IGD: Virtual & Augmented Reality, elektronisch verfügbar unter: <https://www.igd.fraunhofer.de/kompetenzen/technologien/virtual-augmented-reality>
- frontier economics (2017): Future Benefits Of Broadband Networks Master draft, 12 December, elektronisch verfügbar unter: <https://www.nic.org.uk/wp-content/uploads/Benefits-analysis.pdf>
- FTTH Council (2013): New FTTH-based Technologies and Applications, White Paper by the Deployment and Operations Committee, elektronisch verfügbar unter: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/DandO_White_Paper_2014.pdf
- FTTH Council (2015): The light Age, elektronisch verfügbar unter: <http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/TLA6.pdf>
- Gantumur, T.; Stumpf, U. (2016): NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 411, Bad Honnef, Juni 2016

Getting the Deal through (2017): Telecoms and Media Singapore, September 2017, elektronisch verfügbar unter:

<https://gettingthedealthrough.com/area/39/jurisdiction/58/telecoms-media-singapore/>

Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Elixmann, D. (2015): Applications and networks: the chicken or the egg – The role of digital applications in supporting investment and the European economy, WIK-Report commissioned by Microsoft, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2015/Microsoft_Cloud_framework.pdf

Godlovitch, I.; Henseler-Unger, I.; Stumpf, U. (2015): Competition & investment: An analysis of the drivers of superfast broadband, Studie im Auftrag von Ofcom, elektronisch verfügbar unter:

http://wik.org/fileadmin/Studien/2015/Competition_and_investment_superfast_broadband.pdf

Haucap, J. (2015): Ordnungspolitik und Kartellrecht im Zeitalter der Digitalisierung, DICE Ordnungspolitische Perspektiven, No. 77, Oktober 2015, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/120936/1/836720210.pdf>

Hecker, D.; Döbel, I.; Petersen, U.; Rauscher, A.; Schmitz, V.; Voss, A. (2017): Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz – Potenziale und Anwendungen, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bigdata.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publikationen/KI-Studie_Ansicht_201712.pdf

Henseler-Unger, I.; Wernick, C.; Tenbrock, S. (2017): Die Zukunft der Marktregulierung, WIK-Studie im Auftrag des VATM, August 2017, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/VATM_Studie_Die_Zukunft_der_Marktregulierung_final.pdf

Heß, A.; Polst, S. (2017): Mobilität und Digitalisierung: Vier Zukunftsszenarien, Studie der Bertelsmann-Stiftung, elektronisch verfügbar unter: [https://www.bertelsmann-](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_LK_Mobilitaet-und-Digitalisierung_Vier-Zukunftsszenarien_2017.pdf)

[stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_LK_Mobilitaet-und-Digitalisierung_Vier-Zukunftsszenarien_2017.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_LK_Mobilitaet-und-Digitalisierung_Vier-Zukunftsszenarien_2017.pdf)

Hildebrandt, C.; Arnold, R. (2016): Big Data und OTT-Geschäftsmodelle sowie daraus resultierende Wettbewerbsprobleme und Herausforderungen bei Datenschutz und Verbraucherschutz, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 414, Bad Honnef, November 2016

Hoernig, J.; Neumann, K.-H.; Peitz, M.; Plückebaum, T.; Vogelsang, I. (2010): Architectures and competitive models in fibre networks, Studie im Auftrag von Vodafone, Dezember 2010, elektronisch verfügbar unter:

https://www.vodafone.com/content/dam/vodafone/about/public_policy/position_papers/vodafone_report_final_wkconsult.pdf

IAEE (2016): Future Trends Impacting the Exhibitions and Events Industry – 2016 Update, elektronisch verfügbar unter: [http://www.iaee.com/wp-content/uploads/2016/04/2016-](http://www.iaee.com/wp-content/uploads/2016/04/2016-IAEE-Future-Trends-Impacting-the-Exhibitions-and-Events-Industry-White-Paper.pdf)

[IAEE-Future-Trends-Impacting-the-Exhibitions-and-Events-Industry-White-Paper.pdf](http://www.iaee.com/wp-content/uploads/2016/04/2016-IAEE-Future-Trends-Impacting-the-Exhibitions-and-Events-Industry-White-Paper.pdf)

IDA (2008): IDA launches RFP for an OpCo to Design, Build And Operate the Active Infrastructure of Singapore's Next Gen NBN, Pressemitteilung vom 7. April 2008, elektronisch verfügbar unter: [https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/archived/ida/media-](https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/archived/ida/media-releases/2008/20080407164702)

[releases/2008/20080407164702](https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/archived/ida/media-releases/2008/20080407164702)

- IDA (2009): Media Briefing Selection of Next Generation NBN OpCo, 3 April 2009, elektronisch verfügbar unter:
https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/inner/archive/news%20and%20events/news_and_events_level2/20090403155250/briefingslides.pdf
- IDA (2015): Infocomm Media 2025, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/about/resources/infocommmedia2025report.pdf?la=en>
- IDATE (2011): FTTH network rollouts: Is there a winning model in Europe?, elektronisch verfügbar unter:
https://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/communiqués/communiqués/2011/Pres_JT_Idate_2011.pdf
- IDATE (2017): Global FTTH Ranking, elektronisch verfügbar unter:
http://www.ftthcouncil.eu/documents/Reports/2017/FTTH_GlobalRanking_final_EndSeptember2016.pdf
- IDC (2016): Smart Cities in Deutschland: Wie Städte die Digitale Transformation meistern, elektronisch verfügbar unter: <https://germany.emc.com/collateral/campaign/smart-city/idc-brief-de.pdf>
- IfM Bonn (2017): Mittelstand im Überblick, Kennzahlen der KMU nach Definition des IfM Bonn für Deutschland, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/#accordion=0&tab=1>
- IHS Economics & IHS Technology (2017): The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy, January 2017, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.qualcomm.com/documents/ihs-5g-economic-impact-study>
- IMD (2017): IMD world digital competitiveness ranking 2017, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2017/>
- IMDA (2005): Realising The iN2015 Vision: Singapore – An Intelligent Nation, A Global City, Powered By Infocomm, elektronisch verfügbar unter:
<https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/about/resources/realisingthevisionin2015.pdf>
- IMDA (2009): Annex A – Structural Separation and Operational Separation, Dokument veröffentlicht im Rahmen der Beauftragung der OPCO, 3. April 2009, elektronisch verfügbar unter:
https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/inner/archive/news%20and%20events/news_and_events_level2/20090403155250/annexa.pdf (Pressemittteilung unter:
<https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/archived/ida/media-releases/2009/20090403155250>)
- IMDA (2013): Consultation paper – Long form consolidation application submitted by Opennet PTE Ltd, Netlink Trust, Citynet Infrastructure Management PTE Ltd and Singapore Telecommunications Ltd, 28 August 2013, elektronisch verfügbar unter:
https://www.imda.gov.sg/~media/imda/files/inner/pcdg/consultations/20130828_longform_mconsoopennet/lfcaopennet_20130828.pdf

- IMDA (2017): Full Competition in Singapore's Telecommunication Sector, last updated 03 November 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/regulations-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/competition-management/full-competition-in-singapores-telecommunication-sector>
- IMDA (2017): IMDA Finalises Review Of Prices In Netlink Trust's Interconnection Offer, last updated 23 November 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/media-releases/2017/imda-finalises-review-of-prices-in-netlink-trusts-interconnection-offer>
- IMDA (2017): iN2015 Part 1: On course for Intelligent Nation 2015 (last update 03 November 2017), elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/infocomm-and-media-news/whats-trending/2010/6/in2015-part-1-on-course-for-intelligent-nation-2015>
- IMDA (2017): Nucleus Connect ICO Revisions, elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/regulations-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/nationwide-broadband-network/nucleus-connect-ico-revisions>
- IMDA (2017): Public Consultation on NetLink Trust's Interconnection Offer, Schedule 18 "Dictionary", elektronisch verfügbar unter: <https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdg/consultations/consultation-paper/public-consultation-on-netlink-trusts-interconnection-offer/3072017-schedule-18-stage-1.pdf?la=en>
- IMDA (2018): Master interconnection offer (IC) agreement, elektronisch verfügbar unter: https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdg/licensees/nextgen-nbn/nucleusconinteroffer/phase2-2018/master-ico-agmt_201802050.pdf?la=en
- Institut für Innovation und Technik (2010): Smart Home in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/smart-home-in-deutschland>
- IPIMA; Initiative D21 (2016): eGovernment Monitor 2017, elektronisch verfügbar unter: http://initiated21.de/app/uploads/2016/12/egovmon2016_web.pdf
- ITU (2017): Measuring the Information Society Report 2017, elektronisch verfügbar unter: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017_Volume2.pdf
- Jeroschewski, A.; Levisse, A.; Salazar, L. C.; Tesoriero, R.; Ying, S. (2012): Connecting South-east Asia through Broadband, in: Institute of Southeast Asian Studies Enhancing (Publisher) (2012): ASEAN's Connectivity
- Jitsuzumi, T. (2016): Ten Years of Japan's Net Neutrality Policy: A Review of the Past and Recommendations for the Future, elektronisch verfügbar unter: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2752906
- Kafka, G. (2016): SuperVector + Vplus =VDSL 35b, erschienen in Net 1-2/16
- Katz, R. (2017): Social and economic impact of digital transformation on the economy, Studie im Auftrag der ITU, elektronisch verfügbar unter: https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2017/Soc_Eco_impact_Digital_transformation_finalGSR.pdf

- Kim, C. (2001): Korea Information Infrastructure (KII) and Broadband Service. A presentation made to an OECD meeting in Paris, 12 June 2001 aus: 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>
- Kim, H. (2013): Korean Broadband Policies and Recommendations for the Asian Information Super Highway, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.unescap.org/sites/default/files/4.1%20Korean%20Broadband%20Policies%20and%20Recommendations.pdf>
- KPMG (2016): Neue Dimensionen der Realität Executive Summary zur Studie der Potenziale von Virtual und Augmented Reality in Unternehmen, elektronisch verfügbar unter:
<https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/virtual-reality-exec-summary-de.PDF>
- Löhr, J. (2018): Digitalisierung zerstört 3,4 Millionen Stellen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Online, 2.2.2018, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/digitalisierung-wird-jeden-zehnten-die-arbeit-kosten-15428341.html>
- Marcus, J. S.; Molnar, G. (2017): Network Sharing and 5G in Europe: The Potential Benefits of Using SDN or NFV, in: DigiWorld Economic Journal, No. 108, 4th Quartal 2017, S. 113-138
- Marcus, J. S.; Wernick, C. (2016): Ansätze zur Messung der Performance im Best-Effort-Internet, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 415, Bad Honnef, November 2016
- McKinsey (2017): Die Digitalisierung des deutschen Mittelstands, elektronisch verfügbar unter:
https://www.mckinsey.de/files/mckinsey_digitalisierung_deutscher_mittelstand.pdf
- McKinsey (2017): Smartening up with Artificial Intelligence (AI) – What’s in it for Germany and its Industrial Sector?, elektronisch verfügbar unter:
https://www.mckinsey.de/files/170419_mckinsey_ki_final_m.pdf
- Mestmäcker; E.-J.; Schweitzer, H. (2014), Europäisches Wettbewerbsrecht, 3. Aufl. 2014
- Min, W. (2010): Broadband Policy in Korea, elektronisch verfügbar unter:
<http://siteresources.worldbank.org/BELARUSEXTN/Resources/1.77koreabb.pdf>
- Ministry of Internal Affairs and Communications Japan (MIC) (2006): Policy Framework for Ubiquitous Network Society in Japan, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.oecd.org/internet/ieconomy/36275193.pdf>
- 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
- MMB Institut (2016): Schlussbericht zur Trendstudie zum Digitalen Lernen im Jahr 2025, elektronisch verfügbar unter:
https://www.learntec.de/shared_files/content_files/marketing/schlussbericht-final-20161208-trendstudie-learntec.pdf

- Moritz, W. (2014): Der Markt für Smart Energy Services bis 2020, elektronisch verfügbar unter: http://www.mpw-net.de/fileadmin/media/mpw/Veroeffentlichungen/smart.ER_AusgabeII_Artikel_WMoritz.pdf
- Muchalla, C. (2016): Im Geschwindigkeitsrausch – So zukunftsfähig sind die heutigen Breitbandkabelnetze, erschienen in Net 1-2/16, S. 42
- Nationaler IT-Gipfel (2015): Intelligente Städte und Regionen in Deutschland – Aufruf zur digitalen Transformation, elektronisch verfügbar unter: http://deutschland-intelligent-ver-netzt.org/app/uploads/sites/4/2015/12/151109_FG2_014_PG_Smart_City_Positionspapier_Ansicht.pdf
- NetLink (2017): Analyst Briefing, July 2017, elektronisch verfügbar unter: http://netlinknbn.com/newsroom/20170724_171115_CJLU_HMJSVUPLDMXTBZAB.1.pdf
- NetLink (2017): NetLink NBN, Prospectus 10. Juli 2017, elektronisch verfügbar unter: <http://www.netlinknbn.com/misc/NetLink-NBN-Trust-Prospectus.pdf>
- Netmanias (2014): KT launched GiGA Internet, Korea's first nationwide gigabit Internet service on Oct. 20, October 27, 2014, By Dr. Harrison J. Son, elektronisch verfügbar unter: <https://www.netmanias.com/en/post/blog/6685/ftth-gigatopia-gigabit-internet-kt/kt-launched-giga-internet-korea-s-first-nationwide-gigabit-internet-service-on-oct-20-network-architecture-services-and-plans>
- Netmanias (2016): Korea Communication Market Data, elektronisch verfügbar unter: <https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=reports&no=8437&lm=simple&vm=ppt>
- Nokia (2015): LTE-Advanced Pro – Pushing LTE capabilities towards 5G, elektronisch verfügbar unter: <http://resources.alcatel-lucent.com/asset/200176>
- Nucleus Connect (2010): Nucleus Connect Commences Commercial Operations to Power Infinite Possibilities on Singapore's Nationwide Ultra High-Speed Fibre Network, Pressemitteilung, 31. August 2010, elektronisch verfügbar unter: <http://www.nucleusconnect.com/press-310810-Commencement.php>
- OECD (2008): Public rights of way for fibre deployment to the home, elektronisch verfügbar unter: <http://www.oecd.org/internet/ieconomy/40390753.pdf>.
- Ovum (2015): Quad Play: Singapore Telecom, elektronisch verfügbar unter: <https://myrepublic.net/sg/resources/articles/04-11-14%20Ovum%20MyRepublic%20Similar%20to%20FREE.pdf>
- Plattform Industrie 4.0 (2016): Digitalisierung der Industrie – Die Plattform Industrie 4.0, Fortschrittsbericht April 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.aisec.fraunhofer.de/content/dam/aisec/Dokumente/Publikationen/Sonstige/digitalisierung-der-industrie-plattform-i40.pdf>
- 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

- Ponting, A.; Yimin, Z. (2016): Lessons from New York for Singapore's Smart Nation Journey, elektronisch verfügbar unter: <https://www.clc.gov.sg/documents/books/research-workshop/2016/lessons-from-new-york-for-singapore-smart-nation-journey.pdf>
- PWC (2016): Weiterentwicklung der eHealth-Strategie, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/E/eHealth/BMG-Weiterentwicklung_der_eHealth-Strategie-Abschlussfassung.pdf
- PWC (2018): Stadtwerke 2030 – Herausforderungen der Energieversorgung in Kooperationen meistern, Studie im Auftrag des VKU, elektronisch verfügbar unter: <https://www.pwc.de/stadtwerke2030>
- Queder, F.; Angenendt, N.; Wernick, C. (2017): Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 423, Bad Honnef
- Saam, M.; Viete, S.; Schiel, S. (2016): Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen, Forschungsprojekt im Auftrag der KfW Bankengruppe, KfW Bankengruppe, Mannheim, 18. August 2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/Digitalisierung-im-Mittelstand.pdf>
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2016): Bedingt abwehrbereit: Deutschland im digitalen Wandel, Arbeitspapier 03/2016, Juli 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/download/publikationen/arbeitspapier_03_2016.pdf
- Schröder, C.; Schlepphorst, S.; Kay, R. (2015): Bedeutung der Digitalisierung im Mittelstand, IfM Bonn: IfM Materialien Nr. 244, elektronisch verfügbar unter: https://www.ifm-bonn.org/uploads/tx_ifmstudies/IfM-Materialien-244_2015_01.pdf
- Schwab, R. (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef, März 2015
- Schweitzer, H.; Fetzer, T.; Peitz, M. (2016): Digitale Plattformen: Bausteine für einen künftigen Ordnungsrahmen, Studie im Rahmen des Fachdialogs Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft im Auftrag des BMWi, zugleich ZEW Discussion Paper No. 16-042, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp16042.pdf>
- Schweitzer, H.; Peitz, M. (2017): Datenmärkte in der digitalisierten Wirtschaft: Funktionsdefizite und Regelungsbedarf?, Studie im Rahmen des Fachdialogs Ordnungsrahmen für die Digitale Wirtschaft im Auftrag des BMWi, zugleich ZEW Discussion Paper No. 17-043, elektronisch verfügbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp17043.pdf>
- Scrase, A. (2017): The why, when, where, what and how of 5G Standards, IEEE 5G Seminar, Lisbon, 19 January 2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.5gsummit.org/lisbon/slides/4_4_ADRIAN_SCRASE.pdf
- 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
- Singtel (2017): Singtel to divest majority stake in NetLink Trust to 24.99%, Pressemitteilung vom 10. Juli 2017, elektronisch verfügbar unter: <https://www.singtel.com/about-Us/news-releases/singtel-to-divest-majority-stake-in-netlink-trust-to-249-per-cent>

StarHub (2017): Annual Report 2016, elektronisch verfügbar unter:

http://passthrough.fw-no-tify.net/download/011491/http://ir.starhub.com/FormBuilder/_Resource/_module/gZSLlgdlcU638zpQWaYGmQ/StarHub-AR-2016/SHL_AR2016.pdf

Statistisches Bundesamt (2014): IKT-Branche 2014, elektronisch verfügbar unter:

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UnternehmenHandwerk/Unternehmen/FlyerIKT_Branche5529106147004.pdf?__blob=publicationFile

SG Investors (2018): Telecom Sector, OCBC Investment 2018-02-21: Switch from Starhub to Singtel, elektronisch verfügbar unter:

<https://research.sginvestors.io/2018/02/telecom-sector-ocbc-investment-2018-02-21.html>

Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2017): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK-Bericht, März 2017, elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Die_Privatkundennachfrage_nach_hochbitratigem_Breitbandinternet_im_Jahr_2025_FINAL.pdf

Studien von Kagermann, H.; Lukas, W.-D.; Wahlster, W. (2011); Scheer, A.W. (2013); Spath, D. (2013), zitiert in: Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2016): Bedingt abwehrbereit: Deutschland im digitalen Wandel, Arbeitspapier 03/2016, Juli 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/download/publikationen/arbeitspapier_03_2016.pdf

Telegeography (2017): Singtel shutting ADSL in April 2018 to complete fibre migration, 13 Sep 2017, elektronisch verfügbar unter:

<https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2017/09/13/singtel-shutting-adsl-in-april-2018-to-complete-fibre-migration/>

Tham, I. (2017): NetLink Trust hit by \$150,000 fine for failure to deliver orders on time, its sixth in five years, 27.12.2017, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.straitstimes.com/tech/netlink-trust-hit-by-150000-fine-for-failure-to-deliver-orders-on-time-its-sixth-in-five-years>

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>

TÜV Rheinland (2013): Szenarien und Kosten für eine kosteneffiziente flächendeckende Versorgung der bislang noch nicht mit mindestens 50 Mbit/s versorgten Regionen, Zusammenfassung, Bericht des TÜV Rheinland im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/kostenstudie-zum-breitbandausbau.pdf?__blob=publicationFile&v=3

TÜV Rheinland (2016): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Teil 1: Ergebnisse. Stand Ende 2016, elektronisch verfügbar unter:

http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile

- TÜV Rheinland (2016): Schnelles Internet in Deutschland bis 2018 – wie kann dieses Ziel erreicht werden?, elektronisch verfügbar unter: https://www.vdv-online.de/uploads/media/Geodaesiekongress_Praesentation_TUEV-Rheinland_final.pdf
- TÜV Rheinland (2018): Evaluation zur Weiterentwicklung der Breitbandförderung in Baden-Württemberg, Studie im Auftrag des Ministeriums für Inneres, Digitalisierung und Migration des Landes Baden-Württemberg, Stand Februar 2018, elektronisch verfügbar unter: https://im.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-im/intern/dateien/publikationen/20180228_Breitbandstudie.pdf
- Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V. (vbw) (2017): Wachstum digital – digitale Unternehmen, September 2017, elektronisch verfügbar unter: https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Volkswirtschaft/2017/Downloads/Position-Wachstum-digital-digitale-Unternehmen_2017.pdf
- Waring, J. (2018): Third MVNO launches in Singapore, 12. Februar 2018, elektronisch verfügbar unter: <https://www.mobileworldlive.com/asia/asia-news/third-mvno-launches-in-singapore/>
- Wernick, C. (2016): Ökonomie und Kostenstrukturen des Glasfaserausbaus, WIK-Bericht, Bad Honnef, 02.03.2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_OEkonomie_Glasfaserausbau.pdf
- Wernick, C.; Gries, C.; Bender, C.; Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, WIK-Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf
- Wernick, C.; Henseler-Unger, I. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, WIK-Studie im Auftrag des BREKO, Mai 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.brekoverband.de/fileadmin/user_upload/Studien_Gutachten/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf
- Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C. unter Mitwirkung von Holznagel, B. (2017): Ansätze zur Glasfaser-Erschließung unterversorgter Gebiete, WIK-Studie im Auftrag des DIHK, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: <https://www.dihk.de/wik-studie-2017>.
- Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. M. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter: https://cdn0.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf
- Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf
- Wolfert, S.; Ge, L.; Verdouw, C.; Bogaardt, M. (2017): Big Data in Smart Farming – A review, Agricultural Systems, Volume 153, May 2017, Pages 69-80, elektronisch verfügbar unter: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/FC37D579E17F6E7302392D46AE540D3DF048B6774407BD4180E202F1021263AE72BC57CCCFAED1F2A72070E11E9CBAF>

- Wolter, S. (2012): Smart Mobility – Intelligente Vernetzung der Verkehrsangebote in Großstädten, in: Proff, H.; Schönharting, J.; Schramm, D.; Ziegler, J. (Hg.): Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität, S. 527-548, Berlin
- World Economic Forum (2015): How can South Korea sustain strong growth, elektronisch verfügbar unter: <https://www.weforum.org/agenda/2015/01/how-south-korea-can-sustain-strong-growth/>
- World Economic Forum (2016): Networked Readiness Index 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf
- World Economic Forum (2017): The Global Competitiveness Report 2017–2018, elektronisch verfügbar unter: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>
- Yun, K. (2008): Next Generation National Broadband Network for Singapore (Next Gen NBN), Presented by Mr Khoong Hock Yun, Assistant Chief Executive (Infrastructure Development Group), IDA, S. 4, elektronisch verfügbar unter: https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/archive/news-and-events/news_and_events_level2/20080407164702/opcorfp7apr08.pdf
- 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>
- Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft (2017): Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung – Analyse und Handlungsempfehlungen, elektronisch verfügbar unter: https://vbw-zukunftsrat.de/pdf/wertschoepfung/vbw_zukunftsrat_handlungsempfehlung.pdf
- ZVEI (2016): Positionspapier: 5G im industriellen Einsatz, elektronisch verfügbar unter: https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/November/5G_im_industriellen_Einsatz/5G-im-industriellen-Einsatz-Positionspapier.pdf