Glasfaserausbau im deutschen Telekommunikationsmarkt

Theorien und Evidenz zu Wettbewerb, Kooperationen und Regulierung

Johann Wolfgang Schoop

wolfgang.schoop@hhl.de

Der zügige Ausbau von hochbreitbandigen Glasfasernetzen gilt als wesentlich für die Zukunftsfähigkeit Deutschlands. Doch auch wenn die Politik ihn nachdrücklich fordert, kommt dieser Ausbau nur langsam voran. Das liegt zum einen an den sehr hohen Investitionsaufwänden. Um diese Hürde zu überwinden, bringt die Politik Subventionen im Milliardenbereich über Förderprogramme in Stellung. Zum anderen liegt es aber auch – und damit befasst sich diese Arbeit – an der bestehenden Marktstruktur und dem Wettbewerb mit konkurrierenden Breitbandnetzen. Dieser Infrastrukturwettbewerb stellt eine weitere wesentliche Hürde auf dem Weg zu einem flächendeckenden Glasfasernetzausbau dar. Woran dies im Detail liegt, wird in dieser Arbeit analysiert. Zusätzlich werden Werkzeuge zur Abschwächung dieser Problematik entwickelt.

HHL LEIPZIG GRADUATE SCHOOL OF MANAGEMENT

Glasfaserausbau im deutschen Telekommunikationsmarkt

Theorien und Evidenz zu Wettbewerb, Kooperationen und Regulierung

Dissertation zur Erlangung des

Doktorgrades der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. oec.)

an der
HHL Leipzig Graduate School of Management

vorgelegt von

Johann Wolfgang Schoop

am 15. Januar 2022

Erstgutachter:

Prof. Dr. Arnis Vilks

HHL Leipzig Graduate School of Management
Lehrstuhl für Mikroökonomie

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Harald Wiese

Universität Leipzig
Institut für theoretische Volkswirtschaftslehre

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis ..... **V**

1 Einleitung **1**

1.1 Hintergrund und Bedeutung 1

1.2 Stand der Forschung 2

1.3 Zielsetzung der Arbeit 3

1.4 Abgrenzung des Themas 4

1.5 Verlauf der Arbeit 5

2 Grundlagen **6**

2.1 Zu diesem Kapitel 6

2.2 Der Telekommunikationsmarkt 6

2.2.1 Historischer Abriss 6

2.2.2 Struktur des Telekommunikationsmarkts 9

2.2.3 Drei unterschiedliche Infrastrukturen in Konkurrenz 14

2.2.4 Gegenwärtige Marktsituation in Deutschland 26

2.3 Rahmenbedingungen des Glasfasernetzausbaus 31

2.3.1 Warum Glasfasernetzausbau? 31

2.3.2 Hoher Investitionsaufwand 32

2.3.3 Endkundenprodukte auf Glasfasernetzen 34

2.3.4 Kooperationen als Weg zu einem Glasfasernetzausbau 34

2.3.5 Gegenwärtiger Zustand des Glasfasernetzausbaus 37

2.4 Grundlagen der verwendeten Methodik 38

2.4.1 Mikroökonomische Modellierung und Gleichgewichte 38

2.4.2 NPV-Methode zur Investitionsbewertung 39

3 Theoretische Modellierung von Markt und Wettbewerb **40**

3.1 Zu diesem Kapitel 40

3.2 Konkrete Modellierung 40

3.2.1 Grundsätzliche Eigenschaften des Modells 40

3.2.2 Modellierung der Endkundennachfrage 42

3.2.3 Modellierung der Angebotsseite 45
3.2.4 Markteinstiegsentscheidung mit Glasfaser 50
3.3 Resultierende Marktgleichgewichte 51
3.3.1 Numerisches Beispiel 51
3.3.2 Gleichgewichte bei einer Infrastruktur 53
3.3.3 Gleichgewichte bei mehr als einer Infrastruktur 58
3.3.4 Mehrere parallele Glasfasernetze 65
3.4 Dynamische & regulatorische Effekte 66
3.4.1 Gleichgewichte bei stärkerer Bandbreitenneigung 66
3.4.2 Historisch geschaffene Kapazitäten 69
3.4.3 Sprunghafte Erweiterungen der Kapazität 71
3.4.4 Auswirkung von Regulierung 72
3.5 Markteintritt und Ausbaukosten 76
3.5.1 Gleichgewicht bezüglich Markteintrittsentscheidung 76
3.5.2 Unterschiedliche Ausbaukosten und endogene Anbieterzahl 78
3.6 Auswirkung der Spezifika des Telekommunikationsmarktes 80
3.7 Zusammenfassung und Bewertung 82
4 Komplikation der Theorie: Die realen Akteure des Glasfaserausbaus in Deutschland 84
4.1 Zu diesem Kapitel 84
4.2 Der (V)DSL-Netzbetreiber: Deutsche Telekom 84
4.2.1 Die Deutsche Telekom als Akteur 84
4.2.2 Verhältnis zum Glasfasernetzausbau Dritter 85
4.2.3 Der (V)DSL-Netzbetreiber als Glasfasernetzausbauender 87
4.2.4 Kooperationsstrategien des VDSL-Netzbetreibers 94
4.2.5 Strategien zur Verhinderung des Ausbaus Dritter 100
4.2.6 Zusammenfassung 108
4.2.7 In der Realität: Beobachtbares Verhalten der Deutschen Telekom 109
4.3 Die New Entrants 109
4.3.1 New Entrants als Akteure 109

4.3.2 Wirtschaftliche Herausforderungen der New Entrants 110
4.3.3 Unterschiedliche Typen von New Entrants 114
4.3.4 Kooperationen der New Entrants 119
4.3.5 Zusammenfassung 120
4.3.6 In der Realität: Beobachtbares Verhalten der New Entrants 121
4.4 Der Kabelnetzbetreiber: Vodafone 122
4.4.1 Die Vodafone als Akteur 122
4.4.2 Verhältnis zum Glasfasernetzausbau Dritter 123
4.4.3 Der Kabelnetzbetreiber als Glasfasernetzausbauender 124
4.4.4 Mögliche Kooperationsstrategien des Kabelnetzbetreibers 129
4.4.5 Strategien zur Verhinderung des Ausbaus Dritter 129
4.4.6 Zusammenfassung 132
4.4.7 In der Realität: Beobachtbares Verhalten der Vodafone 132
4.5 Politik und Regulierung 133
4.5.1 Politik und Regulierung als Akteure 133
4.5.2 Maßnahmen zur Förderung des Glasfasernetzausbaus 133
4.5.3 Zusammenfassung und Bewertung 138
4.6 Zusammenfassung: Perspektiven für einen Glasfaserausbau in Deutschland 139
5 Weitere Empirie: Internationaler Vergleich 141
5.1 Zu diesem Kapitel 141
5.2 Vergleichende Daten 141
5.3 Statistische Analyse 143
5.3.1 Korrelation von Ausbau und existenten Infrastrukturen 143
5.3.2 Lineare Regression 144
5.4 Länderanalysen 146
5.4.1 Grundlagen des Ländervergleichs 146
5.4.2 Belgien 146
5.4.3 Vereinigtes Königreich 147
5.4.4 Portugal 148

5.5 Zusammenfassung 150
6 Fazit 151
6.1 Erkenntnisse dieser Arbeit 151
6.2 Ansätze für weitere Forschung 152
6.3 Schlusswort 153
Anhang 155
Sagemath-Formeln 155
Literaturverzeichnis 158

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die drei Marktstufen im Vergleich 14
Tabelle 2: Eigenschaften des Kupfer- beziehungsweise DSL-Netzes 19
Tabelle 3: Eigenschaften des Kabelnetzes 21
Tabelle 4: Eigenschaften von Glasfasernetzen (FTTH) 23
Tabelle 5: Vergleich der unterschiedlichen Infrastrukturen 23
Tabelle 6: Parameter des numerischen Beispiels 52
Tabelle 7: Marktgleichgewicht bei alleiniger VDSL-Infrastruktur 54
Tabelle 8: Marktgleichgewicht bei alleiniger Kabelinfrastruktur 55
Tabelle 9: Marktgleichgewicht bei alleiniger Glasfaserinfrastruktur 57
Tabelle 10: Marktgleichgewichte bei alleiniger Infrastruktur im Vergleich 58
Tabelle 11: Marktgleichgewicht bei VDSL- und Kabelinfrastruktur 59
Tabelle 12: Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur 61
Tabelle 13: Marktgleichgewicht bei Kabel- und Glasfaserinfrastruktur 62
Tabelle 14: Marktgleichgewicht bei VDSL-, Kabel- und Glasfaserinfrastruktur 63
Tabelle 15: Marktgleichgewichte bei mehr als einer Infrastruktur im Vergleich 64
Tabelle 16: Marktgleichgewichte bei zwei parallelen Glasfaserinfrastrukturen 66
Tabelle 17: Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur bei starker Bandbreitenneigung 67
Tabelle 18: Marktgleichgewicht bei Kabel- und Glasfaserinfrastruktur bei starker Bandbreitenneigung 67
Tabelle 19: Marktgleichgewicht bei VDSL-, Kabel- und Glasfaserinfrastruktur bei starker Bandbreitenneigung 68
Tabelle 20: Marktgleichgewicht bei Einstieg mit Glasfasernetz in einer Region, in der im VDSL-Netz bereits Kapazitäten bestehen 70
Tabelle 21: Marktgleichgewicht bei Einstieg mit Glasfasernetz in einer Region, in der im VDSL- und im Kabelnetz bereits Kapazitäten bestehen 70
Tabelle 22: Marktgleichgewicht bei alleiniger VDSL-Infrastruktur und regulatorischer Preisobergrenze 74
Tabelle 23: Marktgleichgewicht bei VDSL- und Kabelinfrastruktur und regulatorischer Preisobergrenze 75
Tabelle 24: Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur und regulatorischer Preisobergrenze 75
Tabelle 25: Weitere Parameter des numerischen Beispiels 76
Tabelle 26: Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers nach Ausbau (ohne Investitionskosten) 77

Tabelle 27: Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers nach Ausbau in unterschiedlichen Szenarien (ohne Investitionskosten) 77
Tabelle 28: Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers nach Ausbau bei starker Bandbreitenneigung (ohne Investitionskosten) 78
Tabelle 29: Endogene Anbieterzahl in Abhängigkeit von Ausbaukosten und Markteinstieg des Glasfasernetzbetreibers 79
Tabelle 30: Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers in Abhängigkeit von den Marktspezifika des Telekommunikationsmarktes bei parallelem VDSL-Netz (ohne Investitionskosten) 81
Tabelle 31: Gewinne über die Zeit des VDSL-Netzbetreibers nach Errichtung eines Glasfasernetzes durch einen New Entrant 86
Tabelle 32: Gewinnsteigerung von VDSL-Netzbetreiber und New Entrant mit Ersetzungseffekt (ohne Investitionskosten) 89
Tabelle 33: Gewinnsteigerung des VDSL-Netzbetreiber mit Effizienzeffekt (ohne Investitionskosten) 90
Tabelle 34: Gewinnsteigerung des VDSL-Netzbetreiber mit Effizienzeffekt (ohne Investitionskosten) bei stärkerer Bandbreitenneigung 91
Tabelle 35: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des VDSL-Netzbetreibers mit unsicherem Markteintritt eines New Entrants 92
Tabelle 36: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des VDSL-Netzbetreibers mit unsicherem Markteintritt eines New Entrants bei stärkerer Bandbreitenneigung 93
Tabelle 37: Parameter für Berechnung der Kooperationsbereitschaft des VDSL-Netzbetreibers (ohne parallele Kabelinfrastruktur) 96
Tabelle 38: Mindestforderung des VDSL-Netzbetreibers für eine Kooperation (ohne parallele Kabelinfrastruktur) 96
Tabelle 39: Mindestforderung des VDSL-Netzbetreibers für eine Kooperation unter Berücksichtigung von Ausbausynergien (ohne parallele Kabelinfrastruktur) 97
Tabelle 40: Spiel zwischen VDSL-Netzbetreiber und New Entrant bezüglich Markteinstieg und Kooperation (ohne paralleles Kabelnetz) 98
Tabelle 41: Spiel zwischen VDSL-Netzbetreiber und New Entrant bezüglich Markteinstieg und Abschreckung (ohne paralleles Kabelnetz) 101
Tabelle 42: Markteinstiegszeitpunkt der New Entrants bei Abschreckung auf Basis der VDSL-Infrastruktur des VDSL-Netzbetreibers 103
Tabelle 43: Markteinstiegszeitpunkt der New Entrants bei Abschreckung mit Glasfaserüberbau des VDSL-Netzbetreibers 106
Tabelle 44: Marktanteil und Gewinn des New Entrants als Glasfasernetzbetreiber im Gleichgewicht in Abhängigkeit von den konkurrierenden Infrastrukturen 110

Tabelle 45: Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtung eines New Entrants als Glasfasernetzbetreiber bei parallelem VDSL-Netz 112
Tabelle 46: Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur bei schwächerer Bandbreitenneigung 113
Tabelle 47: Vergleichende Perspektive eines etablierten Wettbewerbers auf eigenen Glasfaserausbau oder Rabattforderung bei einem anderen Ausbauenden 116
Tabelle 48: Gewinne über die Zeit des Kabelnetzbetreibers nach Errichtung eines Glasfasernetzes durch einen New Entrant bei parallelem VDSL-Netz 123
Tabelle 49: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Kabelnetzbetreibers bei eigenem Glasfaserausbau mit einem New Entrant als ansonsten Ausbauendem 126
Tabelle 50: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Kabelnetzbetreibers bei eigenem Glasfaserausbau bei stärkerer Bandbreitenneigung mit einem New Entrant als ansonsten Ausbauendem 126
Tabelle 51: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Kabelnetzbetreibers bei eigenem Glasfaserausbau bei stärkerer Bandbreitenneigung mit dem VDSL-Netzbetreiber als ansonsten Ausbauendem 127
Tabelle 52: Gewinne über die Zeit des VDSL-Netzbetreibers und Kabelnetzbetreibers im Kabelgebiet in Abhängigkeit davon, wer das Glasfasernetz ausbaut, inklusive Investitionskosten und bei stärkerer Bandbreitenneigung 127
Tabelle 53: Mit Glasfaser, VDSL und Kabel erschlossene Haushalte in Westeuropa und Skandinavien 142
Tabelle 54: Glasfaserausbau in Westeuropa und Skandinavien in den Jahre 2016, 2017 und 2018 143
Tabelle 55: Korrelation von Glasfaser-Coverage und Glasfaserausbau mit Coverage mit Kabel und VDSL 144
Tabelle 56: Regression über Glasfasernetzausbau in 2017 mit VDSL- und Kabel-Coverage als unabhängige Variablen 145

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Bedeutung

Eine schnelle Internetanbindung für Haushalte und Unternehmen in Deutschland ist von der Politik als ein wesentlicher Treiber für die Wettbewerbsfähigkeit des Landes im 21. Jahrhundert erkannt worden. Die wirtschaftliche Entwicklung hinge dabei erheblich davon ab, mit einer entsprechenden Anbindung die Digitalisierung voranzutreiben.[1] Absehbar würden aber die Bandbreiten, die auf dem heute dominierenden DSL- beziehungsweise Kupfernetz erreicht werden, nicht mehr ausreichen, um den steigenden Bandbreitenhunger neuer Dienste, wie Cloud-Anwendungen bei Unternehmen oder „Virtual Reality“ bei Privatkunden, zu bedienen.

Die Antwort der Politik darauf lautet seit mehreren Jahren: Deutschland müsse flächendeckend mit einem neuen Glasfasernetz versorgt werden.[2] Trotzdem ist erst eine vergleichsweise geringe Anzahl an Haushalten mit einem Glasfaseranschluss ausgestattet.[3] Bisher wurden rund zehn Prozent der Haushalte, also rund vier Millionen, mit Glasfaser angebunden und erst in rund 1,5 Millionen dieser Haushalte wird der Glasfaseranschluss auch aktiv genutzt.[4] Daher gibt es in der Öffentlichkeit eine intensive Diskussion darüber, wie hier gegengesteuert werden könnte. Im Koalitionsvertrag der Regierungsparteien von 2017 nimmt das Thema erheblichen Raum ein. So sollten Fördergelder in zweistelliger Milliardenhöhe bereitgestellt werden.[5] Im Koalitionsvertrag der neuen Regierungskoalition von 2021 wird das Ziel einer „flächendeckenden Versorgung mit Glasfaser“ erneut verkündet.[6]

Dieses Ziel ist allerdings mit erheblichen Investitionsaufwänden verbunden. So wird geschätzt, dass das Errichten einer Glasfaserinfrastruktur in Deutschland mehr als 70 Milliarden Euro kosten wird.[7] Dabei unterscheiden sich die Ausbaukosten je Haushalt erheblich, abhängig davon, ob der Ausbau im städtischen oder ländlichen Raum erfolgt. Gleichzeitig ist die zusätzliche Zahlungsbereitschaft der Endkunden für noch höhere Bandbreiten, als mit den heute bestehenden Netzen erreicht werden können, begrenzt.[8] Mit dem Start des Ausbaus zu warten, bis eine Zahlungsbereitschaft entstanden ist, sei allerdings auch keine Option, da der Ausbau ob des mit ihm verbundenen Aufwands viele Jahre in Anspruch nehmen würde und in der Folge noch verspäteter abgeschlossen wäre.

[1] Vgl. Katz et al. (2010) & Bundesregierung (2017), S. 38.
[2] Vgl. Bär et al. (2016).
[3] Vgl. Girard et al. (2018).
[4] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 51ff.
[5] Vgl. Bundesregierung (2017), S. 38.
[6] Vgl. Bundesregierung (2021), S. 16.
[7] Vgl. Jay et al. (2010).
[8] Vgl. Liu et al. (2018).

Unternehmen, die sich mit der Frage beschäftigen, einen Glasfaserausbau durchzuführen, stehen ebenfalls vor enormen Herausforderungen: Es muss eine gewaltige Investition gestemmt werden, deren Amortisation sich über Jahrzehnte hinziehen kann.[9] Gleichzeitig unterliegt die Marktentwicklung über so lange Zeiträume erheblicher Unsicherheit: Werden die Endkunden in Zukunft wirklich eine entsprechende Nachfrage und Zahlungsbereitschaft für hohe Bandbreiten entwickeln? Werden Regulierungseingriffe – Telekommunikationsmärkte haben grundsätzlich eine monopolistische Tendenz, deren nachteilige Wirkung der Staat durch Regulierungseingriffe abzuschwächen versucht – die Wirtschaftlichkeit der Investition später untergraben? Oder werden womöglich gar neue Technologien das Glasfasernetz überflüssig machen?

Zusätzlich – als wäre das nicht genug – entstehen Glasfasernetze nicht im luftleeren Raum. Die meisten potenziellen Endkunden beziehen heute bereits einen Internetdienst, der auf einer anderen Infrastruktur als dem Glasfasernetz realisiert wird. Mit diesen bestehenden Infrastrukturen tritt das neue Glasfasernetz in den Wettbewerb. Jedes von diesen Netzen war bei Errichtung mit hohen Investitionsaufwänden verbunden, heute im Betrieb sind die Kosten aber niedrig. Zudem werden die Eigentümer der bestehenden Infrastrukturen wahrscheinlich nicht stillhalten: Auch sie können mit ihrem Wettbewerbsverhalten, insbesondere ihren Preissetzungen, auf die Wirtschaftlichkeit der Glasfaserinvestition erheblichen Einfluss nehmen – und das sicherlich nicht zum Vorteil der neuen Konkurrenz. Die Gefahr eines destruktiven, Investitionen verhindernden Infrastrukturwettbewerbs ist greifbar.

Es stellt sich die Frage, ob dieser Infrastrukturwettbewerb nicht vielleicht sogar das größere Hindernis auf dem Weg zu einem flächendeckenden Glasfaserausbau darstellt.

1.2 Stand der Forschung

Der Ausbau von Glasfasernetzen ist Gegenstand einer breiten Forschung. Fünf damit zusammenhängende Schwerpunkte lassen sich in der Literatur identifizieren:

Zum einen gibt es eine breite Literatur, die sich mit den makroökonomischen Vorteilen eines Glasfasernetzausbaus auseinandersetzt. Hier wird untersucht, wie sich der Ausbau auf Wachstum, Beschäftigung und Innovationen auswirkt.[10]

Ein weiterer Strang der Literatur setzt sich mit unterschiedlichen regulatorischen Politiken auseinander und versucht deren Effekte herzuleiten und zu überprüfen, wobei im Mittelpunkt die Preis- und Zugangsregulierung der marktmächtigen Unternehmen, der Incumbents,

[9] Vgl. Schneir/Xiong (2014).
[10] Einen Überblick dazu geben Abrardi/Cambini (2019). Einen ausführlicheren Überblick gibt es auch in Unterabschnitt 2.3.1.

steht.[11] Hier werden vor allem die Effekte der Regulierungseingriffe auf die Investitionstätigkeit bezüglich eines Glasfaserausbaus sowie die Effektivität von Subventionen untersucht.[12]

Auch mit dem Konsumentenverhalten gibt es eine ausführliche Befassung in der Literatur. Dabei werden unterschiedliche Fragen diskutiert: Wie verhält sich die Nachfrage nach Internetzugängen?[13] Für welche Preise[14] und Produkteigenschaften[15] gibt es eine Zahlungsbereitschaft? Wie wird sich diese Nachfrage in der Zukunft entwickeln?[16] Welche sozio-demografischen Eigenschaften beeinflussen die Nachfrage?[17]

Einen Schwerpunkt bildet weiterhin die empirische Beschäftigung mit der realen Ausbautätigkeit. So gibt es eine Vielzahl von Analysen zu den Ausbautätigkeiten in einzelnen Ländern.[18] Auch das konkrete Verhalten von ausbauenden Unternehmen wird untersucht.[19]

Ein letzter Schwerpunkt liegt auf mikroökonomischen Analysen der unterschiedlichen Akteure. Hier gibt es zwei Teilschwerpunkte: Zum einen wieder die Auseinandersetzung mit regulatorischen Politiken, jetzt aber erweitert um den Effekt von unterschiedlichen Kooperationsformen.[20] Zum anderen wird das potenzielle Investitionsverhalten mittels mikroökonomischer Methoden modelliert.[21] Der Fokus der mikroökonomischen Analysen liegt allerdings bisher – was kritisch angemerkt wird – deutlich weniger auf dem Wettbewerb und der mit diesem verbundenen Wettbewerbspolitik.[22] Briglauer et al. (2014) identifizierten gar eine Lücke bezüglich der wissenschaftlichen Untersuchung des Wettbewerbs, der Wettbewerbspolitik und ihrer Effekte.

1.3 Zielsetzung der Arbeit

In dieser Arbeit werden mehrere der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Stränge der Forschung zum Glasfaserausbau ergänzt, indem mit mikroökonomischer Methodik der Infrastrukturwettbewerb untersucht wird:

1) Es soll ein systematischer Überblick über die Gegebenheiten des Wettbewerbs auf dem Telekommunikationsmarkt in Deutschland, über die Rahmenbedingungen eines Glasfaserausbaus und über seine Akteure gegeben werden.

[11] Einen Überblick dazu geben Briglauer et al. (2014).
[12] Vgl. z.B. Fourberg/Korff (2020) oder Klein (2020).
[13] Vgl. z.B. Galperin/Ruzzier (2010).
[14] Vgl. z.B. Beltrán et al. (2018) oder Caldaza/Martínez-Santos (2014).
[15] Vgl. z.B. Liu et al. (2018).
[16] Vgl. Katris/Daskalaki (2015).
[17] Vgl. z.B. Martins/Wernick (2021).
[18] Vgl. z.B. Calzada et al. (2018) für Spanien oder McLaren (2017) für Hong Kong.
[19] Vgl. z.B. Sahebali et al. (2021) für die Niederlande.
[20] Einen Überblick dazu geben Briglauer et al. (2014).
[21] Vgl. z.B. Angelou/Anastasios (2013).
[22] Vgl. Briglauer et al. (2014).

2) Der Infrastrukturwettbewerb soll mithilfe mikroökonomischer Marktmodellierung unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Telekommunikationsmarktes systematisch analysiert werden. Dabei sollen auch Erkenntnisse über seine Wirkungen gesammelt werden.
3) Es sollen Werkzeuge – sowohl auf der Ebene von Regulierungseingriffen als auch für die agierenden Unternehmen, zum Beispiel in Kooperationen, dargestellt werden – mit denen die negativen Wirkungen des Infrastrukturwettbewerbs auf die Perspektive eines Glasfaserausbaus abgemildert werden können.

Mit dieser Arbeit soll vor allem ein Beitrag in der identifizierten Lücke in der Forschung bezüglich des Wettbewerbs und der Wettbewerbspolitik[23] geleistet werden, indem die vielen Besonderheiten des Telekommunikationsmarktes erstmals unter Einbezug eines potenziellen Glasfaserausbaus zusammenhängend analysiert und modelliert werden und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse konkret auf die Frage dieses Glasfaserausbaus angewandt werden.

Gleichzeitig soll mit den generierten Werkzeugen ein Mehrwert für Praktiker in Politik, Regulierung und den agierenden Unternehmen geschaffen werden.

1.4 Abgrenzung des Themas

Um die genannte Zielsetzung zu erreichen, soll vor allem der Infrastrukturmarkt beziehungsweise der Infrastrukturwettbewerb mit Festnetztelekommunikationsprodukten betrachtet werden. Nachgelagerte Märkte, wie der Endkundenmarkt, sollen fokussiert auf ihre Folgen für den Infrastrukturmarkt betrachtet werden. Vorgelagerte Märkte, wie der Bauleistungsmarkt, sollen nur gestreift werden, wo dies unbedingt nötig ist. Auch, dass der Glasfaserausbau in Teilen Synergien auf anderen Märkten ermöglicht, wie beispielsweise der Anbindung von Funkmasten für den neuen Mobilfunkstandard 5G, soll nur gestreift werden, wo dies hilfreich erscheint.

Soweit in dieser Arbeit insofern von Telekommunikationsmärkten die Rede ist, soll sich dieser Begriff präziser auf stationäre Telekommunikations- beziehungsweise Internetdienste auf leitungsgebundener Festnetzbasis beziehungsweise auf Substitute auf diesem Markt beziehen. Wo Mobilfunkmärkte gemeint oder mitgemeint sind, also mobile beziehungsweise nicht-stationäre Telefonie oder Datenzugriffe, sollen diese explizit als Mobilfunkmärkte bezeichnet werden. [24]

Ebenfalls nicht befassen soll sich diese Arbeit mit der Frage, ob ein Glasfaserausbau grundsätzlich sinnvoll ist. Die Argumente in dieser Diskussion sollen kurz in Unterabschnitt 2.3.1 dargestellt werden, sie sollen aber nicht der Schwerpunkt dieser Arbeit sein.

[23] Vgl. Briglauer et al. (2014).
[24] Inwieweit Mobilfunknetze zur Substitution geeignet sind, wird in Unterabschnitt 2.2.3.7 diskutiert.

1.5 Verlauf der Arbeit

Diese Arbeit ist wie folgt strukturiert: Zuerst soll in Kapitel 2 in die Grundlagen des Telekommunikationsmarktes und der verwendeten Methodik eingeführt werden. Dies umfasst einen kurzen Abriss zur Historie des Marktes, eine Beschreibung der heutigen Marktgegebenheiten sowie die Voraussetzungen und ökonomischen Ziele eines Glasfaserausbaus. Darin eingebettet werden einige Begriffsdefinitionen und fremde wie eigene Strukturierungen und Schemata eingeführt.

Daran anschließend wird in Kapitel 3 der Telekommunikationsmarkt mikroökonomisch unter Berücksichtigung seiner Besonderheiten modelliert. Das entwickelte Modell nutzend sollen Einzelfragen zu Wettbewerb, Kooperationen und Regulierung mit mikroökonomischen beziehungsweise spieltheoretischen Werkzeugen beantwortet werden, die sich aus dem Ausbau von Glasfasernetzen ergeben. Ein Schwerpunkt wird dabei darauf liegen, wie sich der Infrastrukturwettbewerb entwickelt und inwiefern dieser Investitionen verhindernde Effekte nach sich ziehen kann.

In Kapitel 4 werden die realen und potenziellen Akteure des Glasfaserausbaus in Deutschland beschrieben. Ihre Positionen innerhalb des Modells des Vorkapitels werden aufgezeigt. Außerdem werden ihre Anreizstrukturen beleuchtet, formalisiert und daraus Erkenntnisse für die Perspektive eines Glasfaserausbaus in Deutschland abgeleitet. Ebenso werden Werkzeuge entwickelt, mit denen diese Perspektive verbessert werden könnte, sei es durch geschicktes Marktverhalten der Akteure, aber auch durch regulatorische oder politische Eingriffe.

In Kapitel 5 werden einige der in den Vorkapiteln gewonnenen Erkenntnisse noch einmal anhand der Entwicklungen in anderen europäischen Ländern überprüft.

Abschließend wird in Kapitel 6 ein Fazit gezogen.

2 Grundlagen

2.1 Zu diesem Kapitel

In diesem Kapitel soll in die Grundlagen für die Analysen in den Folgekapiteln eingeführt werden. Dazu werden zuerst in Abschnitt 2.2 die Zusammenhänge auf dem Telekommunikationsmarkt erläutert. Nach einem kurzen historischen Abriss werden die grundsätzlichen Zusammenhänge und Begriffe des Telekommunikationsmarktes erklärt. Dann wird in die unterschiedlichen, in Konkurrenz stehenden Infrastrukturen eingeführt, um schließlich die gegenwärtige Situation des Marktes in Deutschland zu beschreiben. In Abschnitt 2.3 werden die Zusammenhänge rund um einen Glasfaserausbau dargestellt und systematisiert. Mit Abschnitt 2.4 wird schließlich in die im Folgenden verwendete Methodik eingeführt.

Eingebettet in dieses Kapitel finden sich einige wichtige Begriffsdefinitionen, die jeweils durch Fettdruck hervorgehoben werden. Außerdem werden fremde wie eigene Strukturierungen und Schemata miteingeführt.

2.2 Der Telekommunikationsmarkt

2.2.1 Historischer Abriss

2.2.1.1 Vom Telefonieminuten- zum Internet-Flatrate-Markt

Der Telekommunikationsmarkt hat sich in den vergangenen Jahrzehnten bereits massiv verändert. Das betrifft zum einen die produzierten Dienstleistungen, die auf ihm ausgetauscht werden, zum anderen die Marktstruktur.

Um 1990 herum war das wesentliche, umsatzstärkste Produkt auf dem Telekommunikationsmarkt noch die Telefonie. Die **Endkunden**, also Privathaushalte und Unternehmen, die letztlich die Telekommunikationsleistung nutzen, haben dafür bezahlt, dass Telefonverbindungen zu anderen Endkunden aufgebaut wurden (im Weiteren: „**Telefondienst**“). So wurde noch im Jahr 1998 der größte Teil des Umsatzes der Telekommunikationsnetzbetreiber – rund 32 Milliarden Euro – mit Telefondiensten erwirtschaftet.[25] Erbracht wurde dieser Telefondienst sowohl mobil, also über den Mobilfunk, als auch und schwerpunktmäßig – und darauf soll im Weiteren der Fokus liegen – stationär beziehungsweise ortsgebunden, also technisch auf Basis eines leitungsgebundenen **Festnetzes**, bei dem eine physische Leitung zu den einzelnen Endkunden errichtet wurde, auf der entsprechende Signale übermittelt werden.

[25] Vgl. Bundesnetzagentur (1999), S. 4.

Heute werden Telefondienste noch immer intensiv genutzt. Diese sind aber mittlerweile nicht mehr der führende Telekommunikationsdienst und sozusagen zum Nebenprodukt geworden. Mittlerweile sind **Internetdienste** der Mittelpunkt des Marktes.[26] Mit diesen wird den Endkunden eine Verbindung ins Internet ermöglicht, so dass nicht nur Dienste des Telekommunikationsanbieters selbst genutzt werden können, sondern sämtliche im Internet verfügbaren Dienste. Auch, zum Beispiel, Telefonie- und verwandte Sprachdienste anderer Anbieter als des Internetanbieters selbst. Damit waren die Telefondienste der Telekommunikationsanbieter in den letzten Jahren einem massiven Wettbewerb durch Substitute wie dem Dienst Skype oder anderen Internet-Sprach- und Videoverbindungsdiensten ausgesetzt, die Sprachverbindungen unter Nutzern des jeweiligen Dienstes entgeltfrei angeboten haben.[27] Ebenso hat sich ein großer Teil der Sprachtelefonie mit dessen steigender Verbreitung aus dem Festnetz heraus in das Mobilfunknetz verlagert, welches damit ebenfalls Festnetztelefonie substituiert hat.[28] Auch deswegen ist der Internetdienst mittlerweile das maßgebliche Produkt auf dem stationären Telekommunikationsmarkt.

Auch die Abrechnungsstruktur hat sich wesentlich verändert. Wurde 1990 der Telefondienst gewöhnlich noch nach Nutzung – üblicherweise nach Minuten – abgerechnet, haben sich mittlerweile sogenannte Flatrates durchgesetzt.[29] Bezahlt wird nicht mehr nach Nutzung, sondern im Wesentlichen ein monatliches Entgelt, mit dem jede Nutzung bereits abgegolten ist. Das gilt so sowohl für den Internet- als auch für den Telefondienst, wobei Sondernutzungen wie Auslandstelefonate üblicherweise ausgenommen sind. Internet- und Telefondienst werden im Angebot der meisten Anbieter gebündelt an Endkunden verkauft.

Obwohl es zu einer erheblichen Ausweitung der Nutzung kam und mit der Einführung von Internetdiensten der Markt auch sachlich erweitert wurde, kam es gleichwohl nicht zu einer erheblichen Steigerung des Gesamtumsatzes der auf dem Telekommunikationsmarkt aktiven Anbieter. Im Gegenteil: Betrug dieser 1998 noch 32,1 Milliarden Euro und stieg bis 2005 auf 38,5 Milliarden Euro an, waren es im Jahr 2016 nur noch 28,7 Milliarden Euro.[30]

2.2.1.2 Vom Monopol zum regulierten Wettbewerbsmarkt

Dass der Umsatz im Telekommunikationsmarkt rückläufig war, liegt im Wesentlichen an sinkenden Preisen. So war der Preisindex für Telekommunikationsdienste seit 1998 fast durchgängig rückläufig.[31] Ursächlich dafür war vor allem die zuerst regulierungs- und dann

[26] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 48ff.
[27] Vgl. Sujata et al. (2015).
[28] Vgl. Lange/Saric (2016).
[29] Vgl. zum Beginn dieser Entwicklung Bundesnetzagentur (2005), S. 38.
[30] Vgl. Bundesnetzagentur (2016), S. 47, jeweils Außenumsätze ohne Mobilfunk.
[31] Vgl. Elixmann et al. (2013).

wettbewerbsgetriebene Veränderung der Marktstruktur:[32] Der Telekommunikationsmarkt war anfänglich ein Monopolmarkt. Nachdem der Staat das Telefonnetz errichtet und die darauf produzierten Dienste lange Zeit in eigener, öffentlicher Verwaltung unter Leitung des Bundespostministeriums – ohne Gewinnerzielungsabsicht – angeboten hat, wurden über die Zeit die Monopolrechte nach und nach aufgehoben und zugleich Eigentum und Betrieb der Telekommunikationsnetze aus den Postbehörden in eine privatrechtliche Unternehmensentität, die „Deutsche Telekom AG“ (im Weiteren: Deutsche Telekom), verlagert. Dieses Unternehmen wurde in der Folge auch für private Investoren geöffnet.[33]

Begleitet wurde diese Privatisierung von der Schaffung eines intensiven regulatorischen Rahmens über das Telekommunikationsgesetz (TKG).[34] Mit diesem wurde eine spezielle Regulierungsbehörde geschaffen, die Bundesnetzagentur (BNetzA), welche ermächtigt war, dem ehemaligen Monopolisten, dem sogenannten **Incumbent**, auf unterschiedlichen Ebenen Auflagen zu machen und dies auch tat: Die Deutsche Telekom wurde, im Interesse Wettbewerb zu schaffen und wettbewerbsähnliche Marktergebnisse zu erreichen, zum einen verpflichtet, potenziellen Wettbewerbern unterschiedliche Vorleistungsprodukte anzubieten, damit diese auf unterschiedlichen Märkten in den Wettbewerb mit dem Incumbent eintreten. Zum anderen wurden die Preise der Deutschen Telekom, sowohl auf diesen Vorleistungsmärkten als auch auf den Endkundenmärkten, einer regulatorischen Kontrolle unterworfen.[35]

Die daraus resultierende Verstärkung des Wettbewerbs auf dem deutschen Telekommunikationsmarkt war maßgeblich dafür verantwortlich, dass es zu sinkenden Preisen bei gleichzeitiger Ausweitung der angebotenen Produkte und Dienste kam.[36]

2.2.1.3 Vom Infrastrukturmonopol zum Infrastrukturwettbewerb

Die genutzte Infrastruktur für die Erbringung von Internetdiensten hat sich im Zeitverlauf mehrfach verändert[37]: Initial wurde ein solcher Dienst fast ausschließlich auf Basis der Telefonnetzinfrastruktur der Deutschen Telekom angeboten, zuerst durch Umwandlung von Telefonsignalen durch ein Modem, verbunden mit aus heutiger Sicht sehr geringen Bandbreiten. Größere Bedeutung kam Internetdiensten erst mit Ausbau des DSL-Netzes („Digital Subscriber Lines“) zu, das zwar weiterhin die Kupferleitungen des Telefonnetzes nutzt, aber an den Vermittlungsstellen, an denen die Kupferleitungen zusammenlaufen, neue aktive

[32] Vgl. Baer (1995).
[33] Vgl. Blutner et al. (1997).
[34] Vgl. Picot/Wernick (2005).
[35] Vgl. Elbracht (2009).
[36] Vgl. Baer (1995).
[37] Eine tiefergehende Befassung mit den technischen Möglichkeiten der unterschiedlichen Infrastrukturen erfolgt in Unterabschnitt 2.2.3.

Komponenten, sogenannte DSLAM („Digital Subscriber Line Access Multiplexer"), erfordert. Auch hier war die Deutsche Telekom der erste Anbieter[38] und zu Beginn das Unternehmen mit einem dominierenden Marktanteil in Deutschland.[39]

Zügig wurde die Deutsche Telekom aber verpflichtet, auch anderen Unternehmen zu ermöglichen, Internetdienste auf Basis von DSL anzubieten. Dazu wurde ihr von der Bundesnetzagentur auferlegt, diesen Wettbewerbern zu gestatten, eigene aktive Technik in den Vermittlungsstellen zu platzieren und anschließend die Kupferleitungen von dort bis in die Wohnung eines Endkunden anzumieten. An vielen – vor allem den städtischen – Vermittlungsstellen errichteten unterschiedliche Wettbewerber so ihre eigene Infrastruktur. Es gelang ihnen mit einigem Erfolg, nach Errichtung ihrer eigenen aktiven Technik, Endkunden von ihrem Angebot zu überzeugen.[40]

Seit 2001 wurde auch das Breitbandkabelnetz, das bis dahin zur Verbreitung von Fernsehsignalen verwendet wurde, so umgebaut, dass darauf ebenfalls Telekommunikationsdienste angeboten werden können.[41] Zusätzlich werden neuerdings auch Glasfasernetze errichtet, auf denen ebenfalls Telekommunikationsdienste angeboten werden können.[42]

War also der Telekommunikationsmarkt initial von einer einzigen Infrastruktur – dem Telefonnetz der Deutschen Telekom – geprägt, besteht mittlerweile Wettbewerb zwischen unterschiedlichen Infrastrukturen.

2.2.2 Struktur des Telekommunikationsmarkts

2.2.2.1 Grundbegriffe und Märkteschema

Systematisch handelt es sich beim Telekommunikationsmarkt, wie er hier betrachtet werden soll, um einen Dienstleistungsmarkt, der sachlich bedingt – die notwendige Infrastruktur ist unter der Erde vergraben – auch räumlich abzugrenzen ist. Da die meisten Anbieter bundesweit aktiv sind, handelt es sich heute, im Jahr 2021, um einen bundesweiten Binnenmarkt.

Drei wesentliche Treiber gibt es für die Entwicklungen auf dem Telekommunikationsmarkt: Dies sind die verwendeten Netze und Technologien, die konkrete Regulierung sowie die marktlichen Zusammenhänge.[43]

[38] Vgl. Bundesnetzagentur (1999), S. 17.
[39] Vgl. Bundesnetzagentur (2002), S. 15.
[40] Vgl. Bundesnetzagentur (2002), S. 15.
[41] Vgl. Papacharissi/Zaks (2006).
[42] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 48.
[43] In der Literatur findet sich ein Fünfsatz aus: Nutzergewohnheiten, Kapitalmärkten, ökonomischen Treibern, technologischen Treibern und Regulierung (vgl. Picot et al., 2008). Hier sollen bewusst die genannten drei in den Mittelpunkt gestellt werden.

Mit Internetdienst soll im Folgenden die stationäre, also die an einem festen Ort erfolgende Anbindung eines Endkunden an das Internet gemeint sein. Ein Telefondienst ist die stationäre Anbindung an ein Telefonnetz. Weil die stationären Internet- und Telefondienste gemeinhin als Bündel angeboten werden und der Internetdienst der führende Dienst ist, sollen diese im Weiteren gemeinsam als **Telekommunikationsdienst** – das Produkt des Telekommunikationsmarktes – bezeichnet werden.

Differenziert werden soll an einer anderen Stelle: Zwischen zum einem dem Endkundenmarkt, auf dem Produkte an Endkunden beziehungsweise Endnutzer verkauft werden, und zum anderen zwei unterschiedlichen Vorleistungsmärkten, auf denen die auf dem Endkundenmarkt tätigen Anbieter Vorleistungen einkaufen, um damit ihr Endkundenangebot zu realisieren. Dazu soll grundsätzlich folgendes Schema verwendet werden, mit dem das etablierte Schema NetCo-ServCo[44] ergänzt wird:

Auf der untersten Stufe gibt es die sogenannte Infrastructure Company oder **InfCo**. Diese errichtet physische, passive Infrastruktur, verlegt also zum Beispiel Leerrohre unter die Erde und führt in diese beispielsweise unbeleuchtete Glasfasern oder Kupferkabel ein.

Auf der Stufe darüber gibt es die sogenannte Network Company oder **NetCo**. Diese bezieht von der InfCo passive Vorleistungen und setzt eigene aktive Komponenten dazu, die zum Beispiel Glasfasern beleuchten. Damit wird es möglich, auf der physischen passiven Infrastruktur Datensignale zu übertragen. Auch Netzwerkgeräte, mit denen eine Verbindung ins Internet möglich wird, werden von der NetCo bereitgestellt.

Auf der letzten Stufe gibt es die sogenannte Service Company oder **ServCo**. Diese nutzt aktive Vorleistungen der NetCo, ergänzt sie um Endkundenprozesse wie Zahlungsabwicklung („Billing“) und ähnliches und vermarktet die nun vollständigen Telekommunikationsdienste an Endkunden.

Die ServCos agieren also auf dem Endkundenmarkt, NetCos und InfCos auf einander vor- beziehungsweise nachgelagerten Vorleistungsmärkten. Auch wenn Anbieter vertikal integriert sein können und mehrere Stufen des beschriebenen Schemas abdecken, unterscheidet sich der Wettbewerb doch erheblich zwischen den Stufen.

2.2.2.2 Der Endkundenmarkt

Auf der ServCo-Stufe bieten die unterschiedlichen ServCos Endkunden ihre Telekommunikationsdienste an. **Endkunden** sollen hier diejenigen sein, die den Telekommunikationsdienst letztendlich nutzen. Dies können zum einen Unternehmen sein, überwiegend sind es aber Haushalte – deren Mitglieder jeweils gemeinsam einen Telekommunikationsdienst nutzen.

[44] Vgl. Picot et al. (2008).

Viele unterschiedliche Anbieter bieten auf diesem ServCo-Markt gleichartige oder ähnliche (homogene) Produkte beziehungsweise Tarife an. Preise sind daher ein wesentliches Wettbewerbskriterium.[45] Eine Differenzierung des Produkts in den Angeboten der unterschiedlichen Unternehmen erfolgt nach Bandbreite – je höher die maximale Übertragungsrate oder Bandbreite des Anschlusses, die in Megabit pro Sekunde (Mbit/s) angegeben wird, also die maximale Geschwindigkeit der Datenübertragung, die erreicht werden kann,[46] desto höher ist der Preis des jeweiligen **Tarifs** innerhalb eines Angebots.

Zwei wesentliche Entscheidungen treffen ServCos folglich – vereinfacht – über ihr Angebot: (i) Sie differenzieren ihr Angebot in unterschiedliche Tarife mit unterschiedlichen maximalen Bandbreiten. (ii) Sie setzen die Preise für diese Tarife.

Auf Veränderungen der Tarife oder Preise reagieren die Endkunden von Telekommunikationsdiensten typischerweise mit erheblicher Verzögerung. Dieser Sachverhalt, der unter dem Begriff Nachfrageträgheit diskutiert wird, ist im Telekommunikationsmarkt relativ ausgeprägt.[47] Die Ursachen dafür sind unterschiedlicher Natur: Preisanpassungen werden womöglich nicht sofort bemerkt, Endkunden sind in gewisser Weise loyal gegenüber ihrem Anbieter oder bestimmte Einkaufsgewohnheiten binden sie an diesen.[48] Im Telekommunikationsmarkt kommt hinzu, dass ein Anbieterwechsel mit einem bestimmten – vorrangig technischen – Aufwand verbunden ist: Mindestens Endgeräte müssen meistens ausgetauscht werden.[49] Ein Wechsel nicht nur zwischen zwei Anbietern, sondern zusätzlich noch zwischen zwei unterschiedlichen technischen Infrastrukturen kann noch aufwändiger sein: Es müssen womöglich Schaltungen vorgenommen werden, Verkabelungen müssen erst noch gebaut werden und Endgeräte sind womöglich auch noch anderswo in der Wohnung zu platzieren.

Aufgrund dieser Nachfrageträgheit kommt den unterschiedlichen Anbietern auf dem Endkundenmarkt, den ServCos, eine weitere Funktion zu: Sie können erheblich Einfluss darauf nehmen, über welche technische Infrastruktur – also über welche NetCo – ihre Endkunden versorgt werden. Dies kann direkt passieren, indem sie alle ihre Endkunden nur bei einer NetCo versorgen oder sogar Endkunden aktiv von einer NetCo zu einer anderen migrieren. Diese Funktion der ServCos ist vor allem dann stark, wenn eine einfache Migration – also ohne erheblichen Aufwand beim Endkunden durch zum Beispiel Endgerätetausch oder Schaltungen – möglich ist. Da sie aufgrund der bestehenden Vertragsbeziehung einen direkten Zugang zu

[45] Vgl. Calzada/Martínez-Santos (2014).
[46] Soweit in dieser Arbeit Mbit/s-Bandbreiten ohne weitere Erläuterung verwendet werden, soll immer der jeweilige Downstream, also die Geschwindigkeit mit der Endkunden Daten aus dem Internet empfangen, gemeint sein. Neben dem Downstream existiert auch noch der Upstream, also die Geschwindigkeit, mit der Endkunden Daten ins Internet senden können. Im Endkundenmarkt dominiert der Downstream als beworbenes Merkmal der Tarife, dieser ist für die Zahlungsbereitschaft der Endkunden erheblich wichtiger als der Upstream. Vgl. hierzu Liu et al. (2018).
[47] Vgl. Krafft/Salies (2008).
[48] Vgl. Selten (1965a).
[49] Vgl. Krafft/Salies (2008).

ihren Endkunden haben, können sie aber auch dann – durch Vermarktung und Beratung – Einfluss darauf nehmen, welche NetCo in Anspruch genommen wird, wenn die Migrationshürden höher sind. Endkunden können so bei ihrem Anbieter bleiben, im Hintergrund kann aber die Infrastruktur wechseln. ServCos können folglich Migrationen von einer NetCo zu einer anderen oder von einer Infrastruktur zu einer anderen erheblich beschleunigen.

2.2.2.3 Der aktive Vorleistungsmarkt

Um ihre Endkunden zu versorgen, beziehen die ServCos Vorleistungen von einer oder mehreren NetCos, die wiederum Vorleistungen von einer oder mehreren InfCos beziehen.

Für eine NetCo sind die existierenden ServCos die einzigen potenziellen Kunden. Hauptkunde für viele NetCos ist eine ServCo, die ein Teil des gleichen Gesamtunternehmens, also vertikal integriert ist. In einigen Fällen beschränkt sich eine NetCo auf diese verbundene ServCo als einzige Abnehmerin. In vielen anderen Fällen verkaufen die NetCos allerdings ihre Produkte nicht nur an eine vertikal integrierte ServCo, sondern auch auf dem sogenannten **aktiven Vorleistungsmarkt** an andere, nicht vertikal integrierte ServCos, die darauf ebenfalls Telekommunikationsprodukte für Endkunden anbieten. Neuerdings treten auch NetCos auf dem Telekommunikationsmarkt auf, die überhaupt nicht vertikal integrierten mit einer ServCo sind und sich allein auf das Vorleistungsgeschäft an nicht-verbundene ServCos fokussieren.[50]

Die NetCo stellt technisch die aktiven Komponenten auf beiden Seiten der Kabel, womit die Möglichkeit des Datentransports entsteht. Aktiv heißt hier vereinfachend, dass Strom zum Betrieb der Technik notwendig ist. Dies umfasst beispielsweise DSLAM beim DSL-Netz oder Nodes beim Kabelnetz. Auch Netzwerkkomponenten, die für eine Verbindung ins Internet benötigt werden, werden von der NetCo aufgebaut. Regelmäßig verbessern sich die Übertragungstechnologien. Das heißt, ohne dass Kabel erneuert werden müssen, können allein durch den Austausch eines Teils der aktiven Technik höhere Bandbreiten erreicht werden. Netzseitig, also beim Anbieter des Telekommunikationsdienstes, nicht beim Endkunden, sind die aktiven Elemente gemeinhin darauf ausgelegt, eine Vielzahl von Endkunden zu versorgen. Es gilt: Je mehr Endkunden eine NetCo bei sich sammelt, desto geringer sind die Kosten je Endkunde.[51]

Die aktiven Elemente werden typischerweise fünf bis zehn Jahre verwendet, bevor sie ausgetauscht werden. Mit jedem Investitionszyklus hat die NetCo zu entscheiden, welche Technologien sie einsetzt. Die zeitliche Perspektive der NetCo ist damit eine mittelfristige. Außerdem muss die NetCo entscheiden, mit welchen Kapazitäten sie ihre aktive Technik aufbaut: Legt sie ihr Netz für viele Endkunden mit intensiver Nutzung aus oder für wenige Endkunden mit

[50] Ein interessanter Fall ist das Unternehmen Open Fiber in Italien. Vgl. Godlovitch et al. (2020).
[51] Vgl. Glass/Stefanova (2012).

nicht ganz so intensiver Nutzung. Kapazitätsanpassungen sind zwar im Zeitverlauf möglich, aber bei einer erheblichen Abweichung von der ursprünglichen Planung mit erheblichen Kosten verbunden.

2.2.2.4 Der passive Vorleistungsmarkt

Die NetCo bezieht auf dem sogenannten **passiven Vorleistungsmarkt** Vorleistungen von InfCos. Das können entweder unbeschaltete Kupferkabel oder Glasfasern sein, die die NetCo dann mit ihren aktiven Komponenten verbindet. Oder es können auch Leerrohre sein, in die dann von einer anderen InfCo erst Kabel eingeführt werden, bevor die gebündelte Leistung an eine NetCo weiterverkauft wird.

Auf der InfCo-Ebene besteht die technologische Aufgabe im Wesentlichen darin, Leitungen zu verlegen und das richtige Leitungsmedium – Kupferkabel, Breitbandkabel oder Glasfasern sind heute üblich – zu wählen. Ein Großteil der Kosten entfällt nicht auf die Kabel selbst, sondern auf die Verlegung im Tief- und Hochbau. Die (Investitions-)Kosten je angebundenem Endkunden skalieren dabei erheblich mit der Zahl der angebundenen Endkunden, also mit der Auslastung: Schon für den ersten Endkunden ist, um zu diesem ein Kabel zu verlegen, im Tiefbau die gesamte Straße aufzugraben. Kabel zu weiteren Endkunden können, wenn die Straße erst einmal aufgegraben ist, bei fast gleichbleibenden Gesamtkosten für diese Teilstrecke mitverlegt werden. Deswegen werden Netze gewöhnlich nicht für einzelne Endkunden errichtet, sondern flächendeckend ausgerollt, in der Erwartung, nach Errichtung eine erhebliche Anzahl an Endkunden zu versorgen.

Ein Verschleiß der Kabel mit Gebrauch findet nur in sehr geringem Umfang statt. Damit ist die Anbindung konkreter Endkunden mit keinen oder sehr geringen Grenzkosten verbunden, nachdem Tiefbau und Kabelverlegung abgeschlossen sind. Tiefbau und Kabelverlegung sind allerdings mit sehr hohen Investitionskosten verbunden.

Die passiven Elemente der InfCo werden üblicherweise über viele Jahrzehnte verwendet. Einmal aufgebaut, ist die Infrastruktur dauerhaft nutzbar. Die zeitliche Perspektive bei Errichtung ist daher eine langfristige.

Auch für die InfCos gilt, dass viele von ihnen vertikal integriert mit einer NetCo auftreten und in diesem Fall mindestens den Großteil ihres Geschäfts mit der verbundenen NetCo machen, wenn diese nicht sogar exklusiv bedient wird. Neuerdings treten immer mehr Unternehmen auf, die ausschließlich auf der InfCo-Ebene aktiv sind und ihre bestehenden und entstehenden Leerrohr- und Kabelinfrastrukturen in Kooperationskonstrukten anderen, nicht-integrierten NetCos anbieten.[52]

[52] Beispielsweise die Deutsche Bahn, Stadtwerke und Energienetzbetreiber, die bei Tiefbauaktivitäten in ihrem Kerngeschäft günstig Glasfasern mitverlegen können, bieten diese den Telekommunikationsanbietern als Vorleistung an.

2.2.2.5 Die drei Marktstufen im Vergleich

Zusammengefasst ergeben sich die in den vorhergehenden Unterabschnitten beschriebenen Eigenschaften für die drei unterschiedlichen Marktstufen wie folgt:

Tabelle 1: **Die drei Marktstufen im Vergleich**			
Eigenschaft	InfCo	NetCo	ServCo
Produktangebot	Passive Vorleistungen	Aktive Vorleistungen	Endkunden-produkte
Wesentliche Differenziatoren	Leitungsmedium	Transport-technologie, Kapazität	Preise, Bandbrei-tenangebote
Zeitliche Perspektive der Entscheidungen	Langfristig	Mittelfristig	Kurzfristig
Investitions-aufwände	Hoch	Mittel	Gering

2.2.3 Drei unterschiedliche Infrastrukturen in Konkurrenz

2.2.3.1 Netze als Grundlage des Infrastrukturwettbewerbs

Schon auf dem aktiven Vorleistungsmarkt, spätestens aber auf dem passiven Vorleistungsmarkt besteht ein **natürliches Monopol**: Wesentlicher Kostenfaktor für Anbieter auf diesem Markt sind die hohen initialen Investitionen für die Errichtung der Netze. Die Betriebskosten fallen, verglichen damit, relativ gering aus. Noch entscheidender ist allerdings, dass die Grenzkosten für die Anschaltung eines weiteren Endkunden sehr niedrig sind, auf dem passiven Vorleistungsmarkt sogar beinahe null. Damit erfüllt der Vorleistungsmarkt das Kriterium der Subadditivität der Kostenfunktion[53]: Ein einziges Unternehmen ist in der Lage die gesamte Nachfrage – wie stark auch immer sie ausfällt – günstiger zu bedienen, als mehrere Unternehmen dies gemeinsam könnten. Ökonomisch macht es dementsprechend wenig Sinn, mehrere parallele Infrastrukturen zu errichten, auf denen das gleiche Endkundenprodukt produziert wird. Die Kosten, die durch die Mehrfacherrichtung anfallen, wären schlicht ineffizient.

Neben dem Telekommunikationsmarkt trifft dies auch auf andere Märkte wie Energie-, Wasser- oder Gasversorgungsnetze oder den Bahnsektor zu. Aber nur auf dem Telekommunikationsmarkt wird angestrebt, das natürliche Monopol durch die Förderung von

[53] Vgl. Bender et al. (2003), S. 88.

alternativen Infrastrukturen aufzuweichen.[54] Auch historisch bedingt existieren auf dem Telekommunikationsmarkt schlicht mehrere Infrastrukturen. Insofern ist auf dem Telekommunikationsmarkt mit Situationen umzugehen, in denen – trotz Subadditivität der Kostenfunktion – mehrere Anbieter in Konkurrenz miteinander stehen.

Gleichzeitig unterscheiden sich die Infrastrukturen in einigen Charakteristika, vor allem, was die Kosten von Kapazitätserweiterungen und die flächenmäßige Verfügbarkeit angeht, aber auch bezüglich der maximalen Bandbreite je Endkunde. Die verschiedenen Infrastrukturen und ihre Unterschiede sollen in den folgenden Unterabschnitten vorgestellt werden.

2.2.3.2 Kapazitäten als prägendes Wettbewerbsmoment

Neben den sehr niedrigen Grenzkosten für jeden zusätzlichen Endkunden und der hohen initialen Investition zur Netzerrichtung gibt es eine weitere Zwischenstufe, auf der erhebliche Kosten entstehen und die ein wesentlich prägendes Wettbewerbsmoment ist: Die gewählten **(Netz-)Kapazitäten**.

Mit Kapazitäten soll beschrieben werden, dass bestimmte Vorkehrungen zu treffen sind, bevor eine konkrete Zahl von Endkunden angebunden werden kann, und dass dafür Kosten anfallen, unabhängig davon, ob die entsprechenden Endkunden später wirklich angebunden werden. Dies trifft auf dem Telekommunikationsmarkt an unterschiedlichen Stellen zu:[55]

(1) Zum einen verursachen die Endkunden Datenverkehre. Das Netz muss entsprechend ausgelegt werden, diese Datenverkehre zu sammeln und abzuführen. Dafür sind im sogenannten Backbone und in der lokalen Aggregation Transportkapazitäten zu schaffen, indem entsprechende Kabelmengen verlegt und entsprechende Switches, Signalkonverter und hochbreitbandige SFP-Module verbaut werden. Diese Kapazitäten lassen sich kurzfristig nur unter erheblichen Investitionsaufwänden anpassen. Auch die Anbindung ans Internet über ein entsprechendes Peering ist vorbereitend aufzubauen. Diese Kapazitätsfestlegungen treffen alle Netzinfrastrukturen gleichermaßen.[56]

(2) Daneben gibt es infrastrukturspezifische kapazitätsbegrenzende Elemente. Beim DSL-Netz sind dies insbesondere sogenannte Portkarten, bei denen für jeden anzubindenden Endkunden ein Port in Anspruch genommen wird, deren typische Größe aber mindestens 48 Ports umfasst. Beim Kabelnetz ist es beispielsweise die Wahl der sogenannten Node-Größe, also wie viele Kunden an einem Kabel gemeinsam bedient werden.[57]

---

[54] Vgl. Fetzer (2013), S. 177.
[55] In der Praxis spielen darüber hinaus Budgetrestriktionen, was den Einkauf von aktiver Technik angeht, ebenfalls eine erhebliche Rolle. Diese wirken faktisch wie eine Kapazitätsrestriktion.
[56] Vgl. Chang/Gavish (1993).
[57] Vgl. Kalyoncu et al. (2019).

(3) Zum anderen sind entsprechende Service-Kapazitäten vorzuhalten: Jede Anschaltung an das DSL-Netz ist beispielsweise damit verbunden, dass ein Service-Techniker an unterschiedlichen Orten unterschiedliche Kupferkabel verdrillt oder zusammenschaltet, so dass sich eine durchgängige Kabelverbindung vom Endkunden bis zu einem DSLAM ergibt. Entsprechende Service-Techniker sind speziell auszubilden und für eine geplante Anzahl an Schaltvorgängen vorzuhalten. Auch hier sind also infrastrukturspezifisch langfristig wirksame Kapazitätsentscheidungen zu treffen, die nur mit erheblichem Investitionsaufwand angepasst werden können.[58]

(4) Darüber hinaus gibt es noch weitere Kapazitäten, die allerdings deutlich schneller (und günstiger) als die drei oben genannten angepasst werden können: Call-Center-Kapazitäten, IT-Kapazitäten und Vertriebskapazitäten. Sie sollen wegen der besseren kurzfristigen Anpassbarkeit nicht weiter betrachtet werden.

Die drei wichtigen Kapazitätsentscheidungen werden im beschriebenen Marktstufenmodell zum allergrößten Teil von der NetCo getroffen und erfordern gewöhnlich einen Blick über mehrere Jahre bis hin zu einem Jahrzehnt in die Zukunft.[59] Da sie später begrenzen, wie viele Endkunden auf das errichtete Netz aufgenommen werden können, bestimmen sie maßgeblich, wie sich der Wettbewerb im Telekommunikationsmarkt entwickelt.[60]

Der Kapazitätsbedarf in den beschriebenen Kapazitäten hängt im Wesentlichen von zwei Variablen ab: Von der Anzahl der Endkunden, die angebunden werden sollen (beispielsweise die Zahl der vorzuhaltenden Ports), aber auch von der Bandbreite, die insgesamt von diesen Endkunden genutzt wird (beispielsweise im Backbone). Da die Bandbreite, die jeder einzelne Endkunde verbraucht, im Zeitverlauf steigt, weil entweder Anschlüsse mit höheren maximalen Bandbreiten bezogen werden oder eine intensivere Anschlussnutzung mit neuen Diensten zu wachsenden Verkehren führt,[61] entsteht so auch bei gleichbleibender Kundenzahl regelmäßig ein Bedarf, Kapazitäten zu erweitern.

2.2.3.3 Das bestehende DSL- beziehungsweise Kupfernetz

Den größten Marktanteil auf den NetCo- und InfCo-Ebenen hat in Deutschland das bestehende DSL-Netz.[62] Dieses basiert bis heute auf dem in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts errichteten Telefonnetz. Mit sehr wenigen Ausnahmen ist dieses bis in die meisten Wohnungen und Häuser in Deutschland ausgebaut. Technologisch handelt es sich um recht dünne

[58] Vgl. Akkermans/Vos (2003).
[59] Für DSLAM-Portkarten gilt beispielsweise eine Abschreibungsdauer von 8 Jahren. Auch der Aufbau von Service-Kapazitäten nimmt eine gewisse Zeit in Anspruch. Zusätzlich unterliegt der (Wieder-)Abbau in der deutschen Arbeitsrechtstradition erheblichen Restriktionen.
[60] Grundsätzlich lassen sich Kapazitäten natürlich auch später adjustieren. Dies ist aber mit erheblichen Kostensteigerungen gegenüber einer initial richtigen Einschätzung der Nachfrage verbunden. Vgl. Chang/Gavish (1993).
[61] Vgl. Tatarnikova et al. (2021).
[62] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 45.

Kupferdoppeladern. Sie verlaufen gewöhnlich von den Wohnungen eines Gebäudes bis zu einem Sammelpunkt im Keller, von dort aus verlaufen die durchgängigen Kabel bis zum sogenannten Kabelverzweiger (KVz), an dem die Kabel mehrerer Straßenzüge zusammengeführt werden. Von dort aus gehen die durchgängigen Kabel weiter bis zum örtlichen Hauptverteiler (HVt), der auch als Vermittlungsstelle bezeichnet wird.[63]

Um auf diesem Kupfernetz Internetdienste anzubieten, wird die sogenannte Digital-Subscriber-Line-Technologie (DSL) eingesetzt. Anfänglich wurden an den Hauptverteilern Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) aufgestellt, in die dann die Kupferdoppeladern zu den einzelnen Endkunden eingesteckt wurden. Ein Endgerät beim Endkunden wandelt das vom DSLAM gesendete elektronische Signal digital um, so dass eine Datenverbindung zustande kommt. [64]

Die DSL-Technologie ist mit dem Nachteil verbunden, dass mit steigender Kabellänge die Dämpfung steigt. Mit steigender Dämpfung sinkt die Datenrate, die noch übertragen werden kann.[65] Deswegen werden vom Hauptverteiler aus mit der DSL-Technologie gewöhnlich Dienste im Bereich von maximal 16 Mbit/s angeboten, wobei viele Endkunden nur mit deutlich niedrigeren Bandbreiten versorgt werden können.

Um höhere Bandbreiten zu erreichen, wurde in den letzten Jahren versucht, den DSLAM näher zu den Endkunden zu bringen. War es ursprünglich eine reine Kupferdoppeladerverbindung zwischen Hauptverteiler – mit jeweils einer ganzen Stadt oder einem Stadtteil als Einzugsgebiet – und Endkundenwohnung, wurde ein Teil dieser Leitung durch Glasfasern ersetzt.[66] So wurde der DSLAM nicht mehr im Hauptverteiler platziert, sondern im lokaleren Kabelverzweiger, der gewöhnlich am Straßenrand zu finden ist. Von dort bis in die Wohnung des Endkunden wurde zwar weiterhin die Kupferdoppelader verwendet, doch vom Hauptverteiler bis zum ausgebauten Kabelverzweiger wurde jetzt statt der Kupferdoppelader eine neu verlegte Glasfaser genutzt. Dadurch wurde das verbleibende Stück Kupferkabel erheblich kürzer, was eine niedrigere Dämpfung bedeutet und daher höhere Bandbreiten ermöglicht. Diese Technologie wird auch als Fiber-to-the-Curb, kurz FTTC, bezeichnet. Gleichzeitig wurde die Übertragungstechnologie DSL verbessert. Mit VDSL wurde das genutzte elektronische Spektrum erweitert.[67] Mit Vectoring und Super-Vectoring werden neue Verfahren eingesetzt, die vom Kabelverzweiger ausgehend noch höhere Bandbreiten ermöglichen, indem die gegenseitige elektromagnetische Störung von unterschiedlichen, nebeneinander verlegten Kupferdoppeladern reduziert wird.[68]

[63] Vgl. Plückebaum/Ockenfels (2020).
[64] Vgl. Golden et al. (2007).
[65] Vgl. Jensen/Gutierrez (2012).
[66] Vgl. Golden et al. (2007).
[67] Vgl. Golden et al. (2007).
[68] Vgl. Zidane et al. (2013).

Mit diesen Entwicklungen – sowohl der Verlagerung des DSLAM näher zum Endkunden als auch den Verbesserungen der DSL-Technologie – werden mittlerweile auf dem Kupfernetz Bandbreiten von bis zu 250 Mbit/s erreicht. 31 Millionen Haushalte in Deutschland, also 77 Prozent der Haushalte insgesamt, waren schon 2018 mit FTTC angebunden.[69] Addiert man dazu die Ausbaumitteilungen der Deutschen Telekom seitdem, sind es heute, im Jahr 2021, über 90 Prozent der Haushalte.[70] Wegen der relativ geringen Aufwände des Upgrades werden wahrscheinlich bald alle FTTC-Haushalte solche sein, die auch mit der neuesten Technologie, Super-Vectoring, angebunden sind. Die restlichen Haushalte, die nicht per FTTC versorgt werden, werden vom Hauptverteiler aus mit DSL versorgt. Die Kabellängen sind dann allerdings erheblich größer, daher werden dort weiterhin nur deutlich niedrigere Bandbreiten von gewöhnlich bis zu 16 Mbit/s erreicht.

Das Kupfernetz befindet sich im Eigentum der Deutschen Telekom. Allerdings ist die Deutsche Telekom nicht das einzige Unternehmen, welches DSLAM aufgestellt hat. Bei DSL stehen bis heute durchaus mehrere DSLAM unterschiedlicher Unternehmen an einem Hauptverteiler. Je nachdem, für welchen Anbieter sich ein Endkunde entschieden hat, wird dann die Kupferdoppelader, die bis in seine Wohnung verläuft, in den jeweiligen DSLAM des ausgewählten Anbieters gesteckt. Ist der Anbieter nicht die Deutsche Telekom, zahlt dieser eine monatliche Miete an letztere.

Bei FTTC unter Einsatz von Vectoring beziehungsweise Super-Vectoring gilt technologiebedingt, dass nur ein Anbieter an einem Kabelverzweiger seinen DSLAM aufstellen kann.[71] In den meisten Fällen ist dies die Deutsche Telekom. Es gibt aber auch andere Anbieter, die in einigen Regionen Kabelverzweiger selbst ausgebaut haben. Auch in diesem Fall fällt eine Miete für die jetzt kürzere Kupferdoppelader vom Kabelverzweiger bis in die Wohnung des Endkunden an, die an die Deutsche Telekom zu zahlen ist.

Das (V)DSL-Netz unterliegt kurzfristig wesentlichen Kapazitätsbeschränkungen: Da zwischen Hauptverteiler und Kabelverzweiger bereits Glasfasern verlegt sind, sind Kapazitätserweiterungen auf dieser Strecke möglich, indem die sogenannten SFP-Module an den beiden Enden der Glasfaser durch solche mit höheren Bandbreiten ersetzt werden. Zusätzliche Kapazitäten müssen – wie in Unterabschnitt 2.2.3.2 beschreiben – an dem DSLAM selbst mit sogenannten Portkarten vorgehalten werden. Auch sind die DSLAM so groß zu wählen, dass die jeweils am Kabelverzweiger notwendige Zahl an Portkarten in sie gesteckt werden kann. Es sind Gehäusegröße, Stromversorgung und Kühlung an jedem Kabelverzweiger so zu dimensionieren, dass sie für die geplante Endkundenzahl ausreichend sind. Zusätzlich ist die Anbindung jedes einzelnen Endkunden mit jeweils individuellen Schaltarbeiten verbunden:

[69] Vgl. Europäische Kommission (2020).
[70] Eigene Berechnung.
[71] Vgl. Offenbächer (2019).

Es muss eine durchgängige Kupferdoppelader zwischen DSLAM und Endkundenwohnung hergestellt werden. Dafür werden unterschiedliche Kabelelemente (Im-Gebäude-Netz, Verteilerkabel) miteinander verbunden. Dieses dann durchgängige Kupferkabel wird letztlich in den Port im DSLAM gesteckt. Um entsprechend Endkunden anbinden zu können, sind auch dafür entsprechende Service-Techniker-Kapazitäten vorzuhalten.[72]

Wesentlichen Restriktionen unterliegt das DSL-Netz, was die maximale Bandbreite je Endkunden angeht. Weitere Verbesserungen der Übertragungstechnologie mit noch höheren Bandbreiten auf dem Kupfernetz sind denkbar, aber derzeit, im Jahr 2021, nicht absehbar. Die maximale Bandbreite könnte dadurch erhöht werden, dass der DSLAM noch näher zum Endkunden gebracht wird, was aber mit erheblichen Kosten verbunden wäre: Der DSLAM benötigt neben einer Glasfaseranbindung zusätzlich noch einen Stromanschluss. Die Errichtung von beiden ist in den allermeisten Fällen mit kostenaufwändigem Tiefbau verbunden. Da ähnliche Aufwände für einen Glasfaserausbau zu treiben wären – der dann noch höhere Bandbreiten ermöglichen würde – erscheint eine solche Aufrüstung des Kupfernetzes aus heutiger Sicht, im Jahr 2021, unwahrscheinlich: Statt zu einer Aufrüstung würde es vermutlich direkt zu einer Glasfaserinvestition kommen.

Tabelle 2: **Eigenschaften des Kupfer- beziehungsweise DSL-Netzes**	
Errichtungszustand	Bereits errichtet
Flächendeckung	Beinahe 100 Prozent der Haushalte
Eigentümer	Deutsche Telekom AG
Kosten der Kapazitätserweiterung bei Steigerung der Kundenzahl/Verkehrsmenge	Relativ mittel
Kosten der Steigerung der maximalen Bandbreite je Endkunde	Relativ hoch
Maximale Bandbreite je Endkunde	250 Mbit/s

2.2.3.4 Das bestehende Koaxial- beziehungsweise Kabelnetz

In Deutschland gibt es eine zweite Breitbandinfrastruktur, mit der heute Telekommunikationsdienste erbracht werden können: Das Koaxial- beziehungsweise Kabelfernsehnetz. Dieses wurde in den 1980ern zur Rundfunkverbreitung errichtet. Auf ihm wurden initial im Wesentlichen Fernsehsignale übertragen.[73]

Auch dieses Netz reicht bis in die jeweilige Wohnung eines Endkunden. Jedoch sind lange nicht alle Haushalte an das Kabelnetz angebunden. Insgesamt kommt es auf ein Potential von rund 26 Millionen Haushalten – also rund 64 Prozent der Haushalte insgesamt.[74]

[72] Vgl. Golden et al. (2007).
[73] Vgl. Stamm (2010).
[74] Vgl. Europäische Kommission (2020).

Historisch wurde auch dieses Netz einst vom Bundespostministerium betrieben. Es wurde jedoch im Zuge der Privatisierung der Deutschen Telekom in jeweils regionale Gesellschaften abgespalten. Mittlerweile befindet sich nach unterschiedlichen Übernahmen und Zusammenschlüssen der allergrößte Teil des Kabelnetzes im Eigentum der Vodafone.[75] Regional gibt es noch – vor allem in Ostdeutschland – vereinzelt andere Eigentümer.

Lange Zeit war das Kabelnetz noch nicht in der Lage, für eine Internetanbindung genutzt zu werden. Als Fernsehnetz war es darauf ausgelegt, dass von einer zentralen Stelle ein Signal verteilt wird – nicht, dass von vielen Stellen ein Signal zurückfließt. Das Netz wurde erst seit Anfang der 2000er von den neuen Eigentümern mit einer entsprechenden Rückkanalfähigkeit technisch aufwendig umgebaut.[76]

Ähnlich wie bei DSL gibt es auch hier unterschiedliche Übertragungstechnologien, mit denen immer höhere Bandbreiten auf den Kabeln erreicht werden. Diese Technologien heißen Data Over Cable Service Interface Specification (Docsis). In Deutschland werden heute, im Jahr 2021, aktive Komponenten genutzt, die den Standard Docsis 3.0 unterstützen. Docsis 3.1 ist ebenfalls mittlerweile spezifiziert und die entsprechenden Komponenten dafür werden derzeit aufgebaut.[77]

Die mögliche Bandbreite auf dem Koaxialkabel ist erheblich höher als die auf einer Kupferdoppelader. Während es bei DSL jedoch für jeden Endkunde ein exklusives Kupferkabel zwischen diesem und dem DSLAM gibt, auf dem ausschließlich Daten für diesen Endkunden übertragen werden, handelt es sich beim Kabelnetz um ein sogenanntes **Shared Medium**: An einem Kabelstrang hängen gewöhnlich viele Endkunden, die sich die entsprechende Übertragungsbandbreite teilen.[78]

Um Kapazitäten zu steigern, gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder es wird die Übertragungstechnologie ausgewechselt, zum Beispiel ersetzt Docsis 3.1 dann Docsis 3.0, was mit dem Austausch von aktiven Komponenten verbunden ist und gewöhnlich zu sprunghaft erheblich erhöhten Kapazitäten führt, wenn eine solche neue Übertragungstechnologie zur Verfügung steht. Oder es werden vormals zusammenhängende Kabelstränge, sogenannte Kabel-Nodes, aufgespalten, so dass sich auf jedem neuen zusammenhängenden Kabelstrang weniger Endkunden die Übertragungskapazität teilen.[79] In diesem Fall müssen allerdings beide Kabelstränge separat voneinander ans Netz angebunden werden – eine Verbindung, die heute

[75] Vgl. Walle (2020).
[76] Vgl. Stamm (2010).
[77] Vgl. Hamzeh et al. (2015).
[78] Vgl. Stamm (2010).
[79] Vgl. Plückebaum et al. (2019).

gewöhnlich per Glasfaser erfolgt und damit relativ aufwendig ist. Dies stellt die wesentliche Kapazitätsrestriktion des Kabelnetzes dar.

Auch die maximal anbietbare Bandbreite je Endkunde hängt von dieser Netzkapazität ab: Je weniger Endkunden an einem Kabelstrang hängen, desto höher ist die Bandbreite, die der einzelne Endkunde nutzen kann. Schon heute werden auf dem Kabelnetz Bandbreiten von bis zu 1 Gbit/s je Endkunde angeboten. Es bestehen allerdings Opportunitätskosten: Je höher die Bandbreite je Endkunde ist, desto weniger Endkunden können angebunden werden.

Die Monetarisierung des Kabelnetzes erfolgt nicht ausschließlich über den Telekommunikationsdienst. Neben diesem wird auf dem Kabelnetz auch weiterhin ein Fernsehdienst angeboten, der für viele Mieter über die Mietnebenkosten abgerechnet wird.[80]

Tabelle 3: **Eigenschaften des Kabelnetzes**	
Errichtungszustand	Bereits errichtet
Flächendeckung	Ca. 64 Prozent der Haushalte
Eigentümer	Vodafone & lokal andere
Kosten der Kapazitätserweiterung bei Steigerung der Kundenzahl/Verkehrsmenge	Relativ hoch
Kosten der Steigerung der maximalen Bandbreite je Endkunde	Relativ mittel
Maximale Bandbreite je Endkunde	1 Gbit/s

2.2.3.5 Die entstehenden Glasfasernetze

Eine dritte Breitbandinfrastruktur gibt es lokal in Deutschland bereits: Die Glasfasernetze. Dabei werden unter diesem Begriff zwei unterschiedliche Netztypen betrachtet: Zum einen sogenannte Fiber-to-the-Building-Netze (FTTB-Netze), bei denen ein Anbieter Glasfaserkabel bis in die Gebäude – das heißt meistens bis in den Keller – verlegt hat. Bei Mehrfamilienhäusern wird dann im Keller wiederum ein DSLAM errichtet und im Gebäude vorhandene Kupferkabel mit der DSL-Technologie genutzt. Zum anderen werden unter dem Begriff Glasfasernetz sogenannte Fiber-to-the-Home-Netze (FTTH-Netze) betrachtet, bei denen auch die Verkabelung innerhalb des Gebäudes mit Glasfasern und nicht wie bei FTTB mit Kupferkabeln erfolgt.[81]

Weitere Details zu Glasfasernetzen werden in Abschnitt 2.3 ausgeführt, hier soll daher nur ein Überblick erfolgen.

[80] Vgl. Plückebaum et al. (2019).
[81] Vgl. Lange et al. (2008).

Die Flächendeckung mit Glasfasernetzen ist in Deutschland begrenzt. So sind heute, im Jahr 2020, rund vier Millionen Haushalte entweder mit einem FTTH- oder FTTB-Netz erreichbar.[82] Dies sind rund zehn Prozent der Haushalte in Deutschland insgesamt.

Eigentümer dieser Glasfasernetze sind gewöhnlich lokal tätige Unternehmen. Zu den größten gehören die Deutsche Glasfaser mit Finanzinvestoren im Hintergrund, die Stadtwerke München mit ihrem FTTB-Netz in München und die NetCologne mit ihrem FTTB-Netz in Köln. Daneben gibt es dutzende weitere kleinere Anbieter, die jeweils maximal Haushaltszahlen im unteren sechsstelligen Bereich angebunden haben.

Bezüglich der maximalen Bandbreite je Endkunde bestehen bei FTTB Grenzen im Bereich von 1 Gbit/s, denn letztlich unterliegt FTTB den gleichen technischen Restriktionen wie jedes DSL-Netz, auch wenn die Länge des Kupferkabels zwischen DSLAM und Endkundenwohnung relativ kurz ist – das Kupferkabel wird nur im Gebäude des Endkunden genutzt – und daher ist die bandbreiteneinschränkende Dämpfung auch relativ gering. Bei FTTH sind der maximalen Bandbreite je Endkunde physisch beinahe keine Grenzen gesetzt. Allein auf der Ebene der aktiven Komponenten gibt es heute noch kostenbedingte Einschränkungen, weswegen Angebote mit Bandbreiten, die größer als 10 Gbit/s sind, für Privatkunden auch im europäischen Ausland nicht üblich sind.

Die Kapazitätsrestriktionen von FTTB ähneln denen von DSL: Entsprechende Ports und Portkarten sind vorzuhalten, die Übertragungskapazität auf den Glasfasern zwischen DSLAM und Sammelpunkten sind entsprechend zu dimensionieren und Service-Techniker haben bei Anschaltung von Endkunden die Kupferdoppelader im Gebäude zu verschalten und in den Port zu stecken. Wechselt ein Endkunde von FTTB zu (V-)DSL oder wieder zurück, sind bei jedem Wechsel solche Schaltarbeiten durchzuführen.[83]

Bei FTTH sind die Kapazitätsrestriktionen andere: Das Netz wird gewöhnlich als **starres Netz** errichtet. Ist eine Wohnung einmal erstmalig angebunden worden, kommt es gewöhnlich nicht mehr zu Schaltarbeiten. Auch gibt es keine Restriktionen durch Ports oder Portkarten. Da in Deutschland üblicherweise sogenannte Passive Optical Networks (PON) errichtet werden, werden an unterschiedlichen Stellen Glasfaserverkehre aggregiert: Beispielsweise im Keller eines Mehrfamilienhauses kommen die Glasfasern aus den einzelnen Wohnungen zusammen und die Signale werden von einem passiven Wandler auf weniger Glasfasern zusammengefasst, die dann aus dem Gebäude herausgeführt werden. Gleiches kann auch noch einmal lokal in der Straße oder im Gebäudeblock erfolgen.[84] Kapazitätsrestriktiv wirken

[82] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a).
[83] Vgl. die Betrachtungen zu VDSL in Unterabschnitt 2.2.3.3.
[84] Vgl. Schneir/Xong (2014).

dann das gewählte Wandler- beziehungsweise Bündlerverhältnis und die aktive Technik an jedem Glasfaserstrang, die das Maximum der gemeinsam genutzten Bandbreite auf diesem Strang vorgibt.

Glasfaserelemente, die für FTTB errichtet worden sind, lassen sich problemlos auch für FTTH nutzen. Für die Umstellung werden schlicht im Gebäude selbst die letzten Meter Kupferkabel durch Glasfasern ersetzt. Da dies im Zeitverlauf ein logischer Schritt ist, soll in dieser Arbeit, wo von Glasfasernetzen gesprochen wird, FTTH gemeint sein.

Tabelle 4: **Eigenschaften von Glasfasernetzen (FTTH)**	
Errichtungszustand	Sporadisch bereits errichtet – größtenteils noch zu errichten
Flächendeckung	Gering
Eigentümer	Lokal unterschiedliche Unternehmen
Kosten der Kapazitätserweiterung bei Steigerung der Kundenzahl/Verkehrsmenge	Relativ gering
Kosten der Steigerung der maximalen Bandbreite je Endkunde	Relativ gering
Maximale Bandbreite je Endkunde	10 Gbit/s (Steigerungen möglich)

2.2.3.6 Vergleich der unterschiedlichen Infrastrukturen

Die drei unterschiedlichen Infrastrukturen unterscheiden sich wesentlich hinsichtlich zweier wichtiger Netzcharakteristika: Welche maximale Bandbreite je Endkunde erreicht werden kann und wie groß die Kosten für Kapazitätserweiterungen zur Anbindung zusätzlicher Endkunden sind.

Bei beiden Punkten weist das Glasfasernetz die günstigsten Eigenschaften auf: So sind die Kosten für eine Kapazitätserweiterung relativ gering und die maximale Bandbreite je Endkunde ist sehr hoch. Das Kabelnetz liegt bezüglich der maximalen Bandbreite auf dem zweiten Platz, während die Kosten von Kapazitätserweiterungen relativ hoch sind. Das DSL-Netz ist zwar mit günstigeren Kapazitätserweiterungen als das Kabelnetz verbunden, dafür ist aber die maximale Bandbreite am geringsten.

Tabelle 5: **Vergleich der unterschiedlichen Infrastrukturen**		
Infrastruktur	Maximale Bandbreite je Endkunde	Kosten der Kapazitätserweiterung
DSL-Netz	250 Mbit/s	Relativ mittel
Kabelnetz	1 Gbit/s	Relativ hoch
Glasfasernetz	10 Gbit/s	Relativ gering

2.2.3.7 Weitere Substitutionsmöglichkeiten

Unterschiedliche weitere Technologien können genutzt werden, um darauf Telekommunikationsdienste anzubieten, ohne dass diesen heute, im Jahr 2021, im Massenmarkt eine erhebliche Bedeutung zu kommt: So gab es in der Vergangenheit beispielsweise Angebote auf Satellitenbasis, die sich aber aufgrund geringer Bandbreiten und hoher Komplexität des Produktes nicht durchgesetzt haben.[85]

Eine weitere theoretische Substitutionsmöglichkeit könnten stationäre Telekommunikationsdienste auf Basis von Mobilfunktechnologien sein, insbesondere durch Nutzung der im Jahr 2021 neuen 5G-Technologie. Zwei Möglichkeiten kommen dabei in Frage, die nachfolgend diskutiert werden sollen: Zum einen die Nutzung der klassischen Mobilfunknetze und -technologien, zum anderen die Errichtung separater lokaler Funkzellen, des sogenannte Fixed Wireless Access.

Bei einem stationären Telekommunikationsdienst auf Basis der klassischen Mobilfunknetze erhält der Endkunde ein Endgerät, in dem, wie in einem Handy, entsprechende Mobilfunktechnik steckt. [86] Mit dieser Technologie werden schon heute entsprechende Dienste angeboten. Zwei Herausforderungen gibt es allerdings: Zum einen handelt es sich beim Mobilfunk um ein Shared Medium. Alle Endkunden teilen sich die Kapazität innerhalb einer Funkzelle. Die entsprechende Kapazität wird dabei sowohl von den echten Mobilfunkkunden als auch von den Kunden eines über Mobilfunk angebundenen stationären Telekommunikationsdienstes beansprucht. Zugleich ist die Verkehrsmenge, die von stationären Telekommunikationsdiensten verursacht wird, um ein Vielfaches höher als jene, die von einem echten Mobilfunkkunden verursacht wird. Auch mit 5G-Technologie liegt die maximale Kapazität eines Funkmasts, die sich alle Endkunden in dessen Sendegebiet teilen, bei – für Mobilfunkverhältnisse enormen – 10 Gbit/s.[87] Die Deutsche Telekom, als größter Mobilfunkanbieter in Deutschland, verfügt im Jahr 2021 über rund 30.000 Funkmasten, womit sich auch bei voller Aufrüstung auf 5G und idealen Verhältnissen viel zu geringe Kapazitäten für ein flächendeckendes Festnetzsubstitut ergeben würden. Für ein solches flächendeckendes Angebot mit Substitutionsprodukten für stationäre Telekommunikationsdienste auf Basis des klassischen Mobilfunks wäre also eine erhebliche Kapazitätsausweitung auf dem Mobilfunknetz nötig. Diese wäre mit dem Aufbau von zusätzlichen Funkmasten sehr teuer und könnte auch zügig an insbesondere technische Limitationen stoßen: Da das genutzte Spektrum unverändert bliebe, gibt es eine Obergrenze für das, was mit zusätzlichen Funkmasten an zusätzlicher Kapazität gewonnen werden kann. Außerdem könnte der betroffene Mobilfunkanbieter in

[85] Vgl. Bach (2008), S. 27f.
[86] Vgl. Bach (2008), S. 24ff.
[87] Vgl. Queder et al. (2020).

einem Qualitätswettbewerb um echte Mobilfunkkunden ins Hintertreffen geraten, wenn andere Mobilfunkanbieter ihre Mobilfunknetze weiterhin ausschließlich oder schwerpunktmäßig für Mobilfunkkunden nutzen. Daher spielen diese Substitutionsprodukte bisher auf dem deutschen Markt nur eine begrenzte Rolle.[88] Auch für die Zukunft und trotz 5G ist davon auszugehen, dass es zwar weiterhin solche Angebote geben wird, diese aber nur für eine begrenzte Endkundenzahl gedacht sein und entsprechend im Massenmarkt keine größere Rolle spielen werden.

Eine zweite Variante auf Basis von Mobilfunktechnologie ist der Fixed Wireless Access. Hierzu errichtet ein Unternehmen ein Glasfasernetz, das aber nicht bis in die Wohnung der Endkunden reicht, sondern zum Beispiel an einer Straßenlaterne endet. Von dort aus wird dann eine Datenverbindung via Funk in die Wohnung der Endkunden hergestellt.[89] Dafür ist entsprechende Antennentechnik sowohl an der Straßenlaterne als auch in der Wohnung oder am Gebäude des Endkunden notwendig, zwischen denen eine ununterbrochene Sichtverbindung („Line-of-Sight") existieren muss.[90] Schon Wetterschwankungen mit Einfluss auf diese Line-of-Sight wirken sich negativ auf die Qualität des Services aus.[91] Auch hier werden zwar neue technische Möglichkeiten von 5G genutzt, die Herausforderungen der Line-of-Sight und einer hohen Anzahl an Funkelementen, die schon der Verbreitung von Vorgängertechnologien auf Basis von WiMAX und LTE entgegenstanden, bleiben gleichwohl bestehen. Aus der Sicht eines Glasfasernetzausbauers besteht mit dem Fixed Wireless Access zwar durchaus die Möglichkeit, Investitionskosten für den Ausbau des Glasfasernetzes zu verringern, weil dieses nur noch bis zur Straßenlaterne errichtet werden müsste, dafür entstünden aber zusätzliche Aufwände für die notwendige Technik und den damit verbundenen Betrieb bei gleichzeitig geringeren Bandbreiten und einem anfälligeren Service als bei einer vollständigen Glasfaseranbindung. Baut ein Unternehmen sowieso ein Glasfasernetz aus, können womöglich zu einzelnen Endkunden Kosten eingespart werden, bei denen die Errichtung von Im-Gebäude-Verkabelungen besonders teuer ist, was für einen Einsatz in Einzelfällen sprechen könnte. Dass Fixed-Wireless-Access-Netze in Konkurrenz zu oder als flächendeckendes Substitut für Glasfasernetze errichtet werden, erscheint aus den genannten Gesichtspunkten aber unrealistisch.

Für eine Marktbetrachtung kann der Blick daher weiter auf die drei festnetzbasierten Infrastrukturen, das (V)DSL-, Kabel- und Glasfasernetz, beschränkt werden.

[88] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 48.
[89] Vgl. Skubic et al. (2017).
[90] Vgl. Victor-Ikoh/Moko (2021).
[91] Vgl. Victor-Ikoh/Moko (2021).

2.2.4 Gegenwärtige Marktsituation in Deutschland

2.2.4.1 Die gegenwärtige Endkundennachfrage

Mittlerweile haben Telekommunikationsdienste inklusive des Internetdienstes einen Status, der an eine Grundversorgung wie die für Wasser oder Strom erinnert. Die Zahl der Haushalte, die einen solchen Dienst beziehen, liegt heute bei rund 35 Millionen[92], das sind rund 88 Prozent der Haushalte insgesamt. Während dieser Wert in der Vergangenheit erheblich gestiegen ist, hat sich das Wachstum in den letzten Jahren erheblich verlangsamt und scheint langsam eine Obergrenze zu erreichen.[93]

Typischerweise bieten die unterschiedlichen Anbieter mehrere unterschiedliche Produktausprägungen beziehungsweise Tarife an, die sich im Wesentlichen in zwei Kriterien unterscheiden: Im Preis und in der maximalen Bandbreite, wobei eine höhere Bandbreite mit einem höheren Preis verbunden ist. Üblich sind Sprünge von rund fünf Euro oder zehn Euro brutto pro Monat für die nächsthöhere Bandbreite.

Schaut man auf die Verteilung der heute bezogenen Telekommunikationsdienste, befindet sich ein Großteil der Nachfrage bei den vergleichsweise niedrigen Bandbreiten, die auch mit DSL realisiert werden können. So beziehen rund 73 Prozent der Endkunden Bandbreiten, die bei maximal 100 Mbit/s liegen.[94] Und auch ein Großteil der schnelleren Anschlüsse werden solche mit einer maximalen Bandbreite von höchstens 250 Mbit/s sein.

Da die Zahlungsbereitschaft der meisten Endkunden für Telekommunikationsdienste erheblich größer ist als das heute übliche Preisniveau – womit auch eine erhebliche Konsumentenrente verbunden ist –,[95] ist die Gesamtnachfrage nach Telekommunikationsdiensten – zumindest im denkbaren Preisrahmen – eher unelastisch und verändert sich kaum mit steigenden oder sinkenden Preisen.[96] Die Nachfrage nach Bandbreitenerhöhungen scheint dagegen – obwohl die Grundnachfrage dies nicht ist – relativ preis-elastisch zu sein.[97] Mit fallenden Preisaufschlägen für Tarife mit höheren Bandbreiten steigt also auch die Nachfrage nach diesen.

Auch steigt die Nachfrage nach Bandbreite über die Zeit: Dadurch, dass immer mehr Dienste über das Internet genutzt werden, die höhere Bandbreiten in Anspruch nehmen – Streaming, Videotelefonie, Cloud-Dienste – wächst die Nachfrage nach hohen Bandbreiten. Dies ist ein Trend, dessen Anhalten erwartet wird.[98] Wie schnell diese Nachfrage nach hohen

[92] Vgl. OECD (2019).
[93] Vgl. OECD (2019).
[94] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 49.
[95] Vgl. Ahlfeldt et al. (2017).
[96] Dies gilt in entwickelten Ländern, vgl. Galperin/Ruzzier (2013).
[97] Vgl. Liu et al. (2018).
[98] Vgl. Martins/Wernick (2021) und Katris/Daskalaki (2015).

Bandbreiten allerdings steigt, dazu gibt es eine intensive Auseinandersetzung. Während einige Autoren von einer baldigen Steigerung ausgehen, vermuten andere, dass diese eher zögerlich passieren wird.[99]

Gleichzeitig zeigt sich auf dem Endkundenmarkt eine erhebliche Beharrlichkeit dagegen, Anbieter oder Technologie zu wechseln. Endkunden wechseln ihren Anbieter im Mittel nur alle rund zehn Jahre.[100] Es besteht also eine erhebliche Nachfrageträgheit.[101] Migrationen auf neue Technologien dauern daher typischerweise längere Zeit.

2.2.4.2 Der gegenwärtige ServCo-Wettbewerb

Den größten Marktanteil auf dem Endkundenmarkt hat bis heute der ehemalige Monopolist, die Deutsche Telekom, mit 13,5 Millionen Endkunden.[102] Wenn es auch mittlerweile erste Aktivitäten des Unternehmens gibt, auch bei anderen Unternehmen Vorleistungen einzukaufen, wird der allergrößte Teil von der vertikal integrierten NetCo, also von der Deutschen Telekom selbst, bezogen.[103]

Zwei weitere DSL-Anbieter treten bundesweit mit größeren Marktanteilen auf. Dies ist zum einen die United Internet mit der Marke 1&1, die rund 4,5 Millionen eigene Endkunden mit einem aktiven Telekommunikationsdienst versorgt. Als NetCo wird im Wesentlichen die Deutsche Telekom genutzt, aber auch andere Anbieter. Ähnlich verhält es sich bei der Telefónica mit der Marke O2, die als ServCo rund 2 Millionen Endkunden versorgt und ebenfalls schwerpunktmäßig die Deutsche Telekom als NetCo nutzt.

Als größter Wettbewerber der Deutschen Telekom tritt die Vodafone auf, welche, nachdem sie die größten Kabelnetzbetreiber übernommen hat, mittlerweile auf rund zehn Millionen Endkunden kommt. Da das Kabelnetz nicht überall in Deutschland verfügbar ist und weil die Vodafone vor Übernahme der Kabelnetzbetreiber DSL vermarktet hat, nutzt sie im Wesentlichen zwei NetCos: Zum einen die vertikal integrierte NetCo mit dem eigenen Kabelnetz, worüber rund acht Millionen Endkunden versorgt werden. Zum anderen die Deutsche Telekom, um da, wo das Kabelnetz nicht verfügbar ist oder Kunden explizit DSL beziehungsweise FTTC beziehen wollen, diese ebenfalls zu versorgen.

---

[99] Vgl. Falck/Mazat (2016).
[100] Vgl. Bundesnetzagentur (2020b), S. 48. Die Kundenverweildauer dort ist um Umzüge zu korrigieren, mit denen im Regelfall kein Anbieter- und meistens kein Technologiewechsel verbunden ist. Der errechnete Durchschnitt von 10 Jahren könnte dabei noch recht konservativ sein, um Migrationsgeschwindigkeiten abzuschätzen: Migrieren einige Endkunden sehr häufig, zum Beispiel immer am Ende der Mindestvertragslaufzeit von zwei Jahren, andere aber – so dass sich im Durchschnitt 10 Jahre ergeben – deutlich seltener, wechselt der durchschnittliche Endkunde seinen Anbieter noch seltener als alle 10 Jahre.
[101] Für die Gründe dafür siehe Unterabschnitt 2.2.2.2.
[102] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 50.
[103] Vgl. Tenbrock/Wernick (2020).

Daneben existieren noch regional starke Unternehmen, die in ihrem Verbreitungsgebiet entweder selbst FTTC oder FTTB ausgebaut haben, also selbst als NetCo aktiv sind, und im Fall von FTTC die Telekom teilweise als InfCo nutzen. Zu diesen Unternehmen zählen insbesondere die NetCologne im rheinischen Raum, die M-Net in München und EWETel in Niedersachsen. In Summe versorgen diese alternativen Anbieter mit ihren Netzen rund fünf Millionen Endkunden mit einem aktiven Telekommunikationsdienst.

Damit liegt der Marktanteil der Deutschen Telekom bei rund 38 Prozent, der der Vodafone bei 28 Prozent, der von United Internet bei 13 Prozent und der von Telefónica bei sechs Prozent. Sonstige Anbieter teilen sich 15 Prozent.[104]

Wird differenziert zwischen dem Gebiet, in dem die Vodafone über ein Kabelnetz verfügt, und dem, in dem sie dies nicht tut, fallen die Marktanteile weiter auseinander. So beträgt der Marktanteil der Vodafone im eigenen Kabelgebiet rund 36 Prozent.[105] Sie ist damit dort der größte Anbieter, während der Marktanteil der Deutschen Telekom dort 35 Prozent und der der weiteren Anbieter 29 Prozent beträgt. In diesem Gebiet kam es auch in den letzten Jahren zu einer erheblichen Marktanteilsverschiebung, so waren 2013 erst rund fünf Millionen Haushalte über das Kabelnetz mit einem aktiven Telekommunikationsdienst angebunden, also drei Millionen weniger als 2019. Der Marktanteil der Vodafone mit ihrer Kabelnetzinfrastruktur wächst derzeit weiter.

In dem Gebiet, in dem die Vodafone nicht über ein Kabelnetz verfügt, sind die Marktverhältnisse stabiler. Dort beträgt der Marktanteil der Telekom 45 Prozent, während der Marktanteil der Vodafone 16 Prozent beträgt und der der weiteren Anbieter 39 Prozent, wobei die United Internet mit 15 Prozent ähnlich groß ist wie die Vodafone.

2.2.4.3 Der gegenwärtige NetCo- und InfCo-Wettbewerb

Auch wenn bei den beiden größten Anbietern in Deutschland, der Deutschen Telekom und der Vodafone, sowohl ServCo als auch NetCo und InfCo integriert sind, gibt es darüber hinaus noch einen relevanten Vorleistungsmarkt.

Zum einen bietet die Deutsche Telekom als NetCo auch anderen Unternehmen aktive Vorleistungen auf Basis ihres (V)DSL-Netzes an. Wesentliche Nachfrager sind dabei – neben anderen – die United Internet, die Vodafone und die Telefónica. So versorgt die NetCo der Deutschen Telekom, neben den eigenen Endkunden noch 7,3 Millionen Endkunden anderer ServCos. In Summe, wenn diese also mitgezählt werden, versorgt die NetCo der Deutschen Telekom rund 20,8 Millionen Endkunden.[106] Die Deutsche Telekom verkauft auch passive

[104] Eigene Berechnungen basierend auf den berichteten Zahlen aus 2019.
[105] Eigene Hochrechnungen basierend auf den berichteten Zahlen aus 2019 unter der Annahme, dass sich die Breitbandpenetration im Kabelgebiet und Nicht-Kabelgebiet nicht unterscheidet.
[106] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 50.

Vorleistungen, die sogenannte Teilnehmeranschlussleitung (TAL) oder Leerrohrzuggänge, an andere Unternehmen. Wesentliche Nachfrager dafür sind Unternehmen wie EWE und NetCologne, die darauf ihr regionales (V)DSL-Netz teilweise unter Einsatz von Vectoring errichtet haben.

Auch auf dem NetCo-Markt unterscheiden sich die Marktanteile erheblich, je nachdem, ob in einem Gebiet ein Kabelnetz vorhanden ist oder nicht. Liegt der Marktanteil der Deutschen Telekom im Gebiet ohne Kabel bei rund 71 Prozent, liegt er im Kabelgebiet nur bei 54 Prozent, während der Marktanteil des Kabelnetzes im Kabelgebiet bei mittlerweile 36 Prozent liegt und in den letzten Jahren erheblich gestiegen ist.[107]

Auf dem aktiven Vorleistungsmarkt werden durchaus unterschiedliche Produkte angeboten. So wird differenziert zwischen vollständigen Telekommunikationsdiensten, die vom Abnehmer schlicht unter eigener Marke weiterverkauft werden (sogenannte Resale-Anschlüsse) und sogenannten Bitstrom-Produkten, bei denen die Abnehmer zumindest einige aktive Komponenten im Backbone selbst beibringen.[108]

Bis vor einigen Jahre hatte die Deutsche Telekom erheblich mehr passive als aktive Vorleistungen abgesetzt. Erst mit dem Ausbau von VDSL hat sich dies geändert. Heute dominieren aktive Vorleistungen den Vorleistungsmarkt.[109] Damit gibt es eine große Überschneidung zwischen NetCo- und InfCo-Markt. Derzeit zeichnet sich allerdings ab, dass es wieder zu einer stärkeren Ausdifferenzierung auf dem NetCo- und InfCo-Märkten kommt: So entstehen derzeit Netze, deren Errichter allein die InfCo-Rolle wahrnehmen und den aktiven Betrieb einem anderen Unternehmen überlassen.[110] Auch gibt es Unternehmen, die als Geschäftsmodell für mehrere unterschiedliche InfCos die NetCo- beziehungsweise Betreiberrolle übernehmen. Dabei ergibt sich auch, dass einzelne dieser Betreiber sich auf die NetCo-Rolle beschränken und ausschließlich an fremde ServCos vermarkten – also keinen eigenen ServCo-Arm aufbauen.[111]

2.2.4.4 Die gegenwärtige Regulierung

Telekommunikationsmärkte haben eine monopolistische Tendenz. Zum einen macht die Duplikation eines Netzes wegen der subadditiven Kostenfunktion ökonomisch nur wenig Sinn. Zum anderen sind auch die eingesetzten Technologien wie in Unterabschnitt 2.2.3.1 beschrieben mit Skaleneffekten verbunden. Daher gilt für Telekommunikationsdienste eine sektorspezifische Regulierung, die in Deutschland ihren Ausdruck im

[107] Eigene Berechnungen basierend auf den berichteten Zahlen aus 2019.
[108] Vgl. Bundesnetzagentur (2020c), S. 29ff.
[109] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 50.
[110] Zum Beispiel im Rahmen sogenannter Betreibermodelle, siehe hierzu auch Unterabschnitt 4.3.4.1.
[111] Vgl. Godlovitch et al. (2020).

Telekommunikationsgesetz (TKG) findet. Die Bundesnetzagentur, die als Behörde die Regulierung im Detail ausführt, ist aus diesem heraus mit dem Auftrag ausgestattet – neben anderen Regulierungszielen – einen chancengleichen Wettbewerb herzustellen und nachhaltig wettbewerbsorientierte Märkte zu fördern.[112] Dazu sind ihr zwei Mittel an die Hand gegeben: Zum einen kann sie marktmächtigen Unternehmen – in Deutschland ist dies die Deutsche Telekom – eine sogenannte Zugangsverpflichtung auferlegen, sie also zu spezifischen Angeboten auf der NetCo- beziehungsweise InfCo-Ebene zwingen, damit Wettbewerb auf der ServCo- und teilweise auf der NetCo-Ebene herrscht.[113] Zum anderen überwacht sie die Preissetzung des marktmächtigen Unternehmens, sowohl auf der ServCo- als auch auf der NetCo- und InfCo-Ebene, womit missbräuchliches Verhalten unterbunden werden soll.[114] In der Vergangenheit betraf dies vor allem überhöhte Vorleistungspreise im Vergleich mit dem eigenen Endkundenpreis, die sogenannten Preis-Kosten-Scheren.[115]

Das TKG ist maßgeblich beeinflusst von Rechtssetzungen auf Ebene der Europäischen Union, welche anstrebt, einen gemeinsamen Binnenmarkt auch für Telekommunikationsdienste voranzutreiben. So gibt der European Electronic Communication Code (EECC) die Grundinhalte der sektorspezifischen Regulierung für Telekommunikation in den einzelnen Mitgliedstaaten der EU vor. Die Rechtssetzung liegt insofern nur noch teilweise in nationaler, hier also in deutscher Hand.

Darüber hinaus regelt das TKG auch sogenannte Mitverlegungsansprüche: Wer Tiefbau durchführt, um zum Beispiel eigene Netze für Energie oder Wasser zu errichten – oder für Telekommunikation, wenn staatliche Förderung in Anspruch genommen wird –, der muss anderen Telekommunikationsunternehmen ermöglichen, ihre eigenen Kabel mitzuverlegen. Der Gesetzgeber verfolgt damit das Ziel, den Glasfaserausbau zu fördern.

Weitere regulatorische Restriktionen ergeben sich aus dem Kartellrecht: So unterliegen Zusammenschlüsse und zusammenschlussähnliche Kooperationen der kartellrechtlichen Fusionskontrolle und sind vom Kartellamt zu untersagen, wenn die Verstärkung einer marktmächtigen Stellung droht.[116] Dieses Risiko träfe vor allem Kooperationen, an denen die Deutsche Telekom, aber auch solche, an denen die Vodafone beteiligt wäre.

[112] TKG §2.
[113] TKG §16 – 26.
[114] TKG §27 – 39.
[115] Vgl. Haucap et al. (2021).
[116] Vgl. Elbracht (2009).

2.3 Rahmenbedingungen des Glasfasernetzausbaus

2.3.1 Warum Glasfasernetzausbau?

Welchen Nutzen bringt ein Glasfaserausbau, der im Kern damit verbunden ist, dass Endkunden Anschlüsse mit höherer maximaler Bandbreite beziehen können? Drei wesentliche Argumente werden für einen Glasfaserausbau in Stellung gebracht:[117]

(1) Das erste Argument erfolgt aus der Perspektive des Endkundennutzens: In Zukunft würden zusätzliche Dienste im Internet angeboten werden, die höhere Bandbreiten benötigen. Genannt werden in diesem Kontext Cloud-Anwendungen, Virtual Reality und holographische Kommunikationsdienste. Endkunden, für die bis dahin kein Glasfasernetz verfügbar ist, wären von diesen Entwicklungen abgehängt, die gerade im Bildungs- und Medizinbereich erwartet werden. Auch gebe es heute schon Endkunden, die sehr hohe Bandbreiten nutzen wollen – aber mangels Angebots nicht beziehen können. Dies betreffe vor allem Geschäftskunden.

(2) Das zweite Argument erfolgt aus der Perspektive von Unternehmen, die Dienste im Internet anbieten würden, die hohe Bandbreiten erfordern: Nur, wenn sie eine entsprechende Nachfrage für ihre Dienste finden, können sie diese Dienste wirtschaftlich anbieten. Ohne entsprechende Infrastruktur sei dies von vornherein ausgeschlossen. Je mehr Endkunden bereits sehr hohe maximale Bandbreiten beziehen, desto einfacher wird es, entsprechende Dienste anzubieten. Mit diesem Argument verbunden werden kann der Gedanke einer Cluster-Bildung: In Ländern, wo bereits entsprechend höhere maximale Bandbreiten bei den Endkunden verbreitet sind, würden eher Startups entstehen, die solche Dienste anbieten und die von dort aus weltweit erfolgreich sein könnten.

Damit ergibt sich theoretisch ein Stück weit eine zirkuläre Problematik: bandbreitenhungrige Dienste werden erst angeboten, wenn es entsprechende breitbandige Anschlüsse gibt – breitbandige Anschlüsse werden erst nachgefragt, wenn es bandbreitenhungrige Dienste gibt. Diese Problematik würde durchbrochen, wenn es zu einem Glasfasernetzausbau käme.

(3) Das dritte zentrale Argument für einen Glasfaserausbau ist, dass ihm ein positiver Effekt auf die wirtschaftliche Entwicklung zugeschrieben wird: So wirke sich ein Glasfasernetzausbau positiv aufs Wachstum aus.[118] Außerdem gebe es einen positiven Effekt auf Produktivität[119] und Beschäftigung[120].

[117] Vgl. Wernick et al. (2017).
[118] Vgl. Abrardi/Cambini (2019).
[119] Vgl. Grimes et al. (2012).
[120] Vgl. Akermann et al. (2015) und Bai (2016).

Aus der Empirie werden weitere Argumente für einen Glasfaserausbau angeführt: Forzati/Mattson (2013) zeigen, dass Kommunen erhebliche Kosten sparen können, wenn sie – nach einem Glasfaserausbau – ihr Serviceangebot digitalisieren. Baliga et al. (2010) zeigen, dass auch der Ausstoß von CO_2 mit Glasfasernetzen erheblich niedriger sei als mit anderen Infrastrukturen. Hasbi (2017) zeigt, dass das Startup-Cluster-Argument zutreffend ist: In Frankreich gebe es dort deutlich mehr Startups, wo hochbandbreitige Anschlüsse verfügbar seien. Sosa (2014) findet in den USA Evidenz dafür, dass dort, wo Gigabit-Anschlüsse verfügbar sind, das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf höher ist.

2.3.2 Hoher Investitionsaufwand

2.3.2.1 Investitionen von mehr als 70 Milliarden Euro

Um ein Glasfasernetz bis in die Wohnung jedes potenziellen Kunden zu errichten, sind erhebliche Investitionen notwendig. Der Aufbau der passiven Infrastruktur lässt sich dabei gedanklich in drei Teile zerlegen:

(1) Es müssen entsprechende Glasfasern und Leerrohre im öffentlichen Raum verlegt werden, die Glasfasern also an den Gebäuden und Wohnungen vorbeigeführt werden. Daher rührt auch die Bezeichnung **Homes Passed**. Wesentlicher Kostentreiber sind hier die Tiefbauarbeiten.

(2) In einem zweiten Schritt muss die Glasfaser abseits des öffentlichen Grunds über die privaten Grundstücke zu den einzelnen Gebäuden verlängert werden, bis in das Gebäude hinein – bei Mehrfamilienhäusern gewöhnlich bis in den Keller. Dieser Teil der Investition wird als **Gebäudezuführung** bezeichnet. Wesentlicher Kostentreiber sind auch hier die Tiefbauarbeiten.

(3) In einem dritten Schritt muss noch die **Im-Gebäude-Verkabelung** vom Keller des Mehrfamilienhauses in die einzelnen Wohnungen mit Glasfasern ausgebaut werden, was ebenfalls mit erheblichen Aufwänden verbunden ist, sowohl, was den baulichen Aufwand, als auch, was die Koordination mit den Gebäudeeigentümern und gegebenenfalls Mietern angeht.

Die Kosten für einen flächendeckenden Glasfaserausbau wurden von Jay et al. (2010) mit einem Greenfield-Ansatz, also unter Ausblenden von schon bestehender Glasfaserinfrastruktur, mit rund 70 bis 80 Milliarden Euro geschätzt. Dieser Wert kann mittlerweile als überholt gelten, denn seit 2010 sind die Kosten für den Tiefbau, die den größten Anteil an den Kosten ausmachen, – auch wegen der zusätzlichen Nachfrage aus dem Telekommunikationsmarkt – erheblich gestiegen.[121]

[121] Vgl. Wernick et al. (2018).

Die Ausbaukosten je Haushalt unterscheiden sich stark nach den Regionen, in denen ausgebaut wird. Im städtischen Bereich sind Tiefbauarbeiten zwar besonders aufwendig, dafür wird aber mit jedem Kilometer Tiefbau eine erhebliche Anzahl von Mehrfamilienhäusern an das Netz angeschlossen. Im ländlichen Raum sind deutlich größere Strecken mit Tiefbauarbeiten zu überwinden, um womöglich wenige Haushalte anbinden zu können. Insgesamt liegen die Ausbaukosten je Haushalt im ländlichen Raum daher erheblich höher als im städtischen: Sie werden rund viereinhalb Mal so hoch eingeschätzt, für „extrem rurale" Haushalte sei dieser Faktor sogar noch erheblich höher.[122]

2.3.2.2 Öffentliche Förderung als Gegenmittel

Auf diese hohen Investitionsaufwände reagiert die Politik mit Förderprogrammen, die den ausbauenden Unternehmen helfen sollen, zu einem wirtschaftlichen Ausbau zu gelangen. Insgesamt sollen mehrere Milliarden Euro an Subventionen verteilt werden. Dabei gibt es heute, im Jahr 2021, zwei Fördervarianten:[123]

(1) Die eine ist das sogenannte Deckungslückenmodell. In einer öffentlichen Ausschreibung wird festgestellt, dass in einer bestimmten Region eine Unterversorgung mit Breitbandinfrastruktur besteht. Daraufhin können sich alle interessierten Unternehmen um den Ausbau bewerben, indem sie dem Fördergeber zurückmelden, wie groß ihre Wirtschaftlichkeitslücke zwischen erwarteten Einnahmen und erwarteten Investitionsaufwänden ist. Das Unternehmen mit der geringsten Wirtschaftlichkeitslücke erhält dann den Zuschlag: Seine Wirtschaftlichkeitslücke wird per Subvention ausgeglichen. Im Gegenzug ist es verpflichtet, den Ausbau auch durchzuführen.

(2) Die zweite Variante ist das sogenannte Betreibermodell: Die öffentliche Hand tritt dabei selbst als Eigentümerin in die Rolle der InfCo ein und errichtet das passive Netz. Dieses passive Netz wird dann für den Betrieb ausgeschrieben. Unterschiedliche NetCos können sich bewerben und die NetCo, die die höchste Pachtzahlung anbietet, übernimmt den exklusiven Betrieb der Infrastruktur.

Bisher konzentriert sich das größte Fördervolumen vor allem auf Gebiete, in denen selbst die DSL-Versorgung schlecht ist und viele Haushalte weit davon entfernt sind, überhaupt eine Versorgung mit 16 Mbit/s zu erreichen. Damit sind die Glasfasernetze in diesen Fördergebieten nur einem schwachen Wettbewerb konkurrierender Infrastrukturen ausgesetzt und Umsatzströme sind dadurch besser kalkulierbar.

[122] Vgl. Feijóo et al. (2018).
[123] Vgl. Wernick et al. (2017).

Wenn es aber um Gebiete mit konkurrierenden Infrastrukturen geht, wird die Kalkulationsgrundlage deutlich instabiler: Wie reagieren die anderen Anbieter und wie die Endkunden bei mehr Auswahl zwischen verschiedenen Infrastrukturen? Ein Auktionsformat wie bei den beiden beschriebenen Fördervarianten ist dann mit einem erheblichen Risiko des Winner's Curse versehen:[124] Die größte Wahrscheinlichkeit, die Ausschreibung zu gewinnen, hat das Unternehmen, welches die Umsatzerträge am meisten über- und die Investitionsaufwände am meisten unterschätzt. Inwieweit sich das Förderregime also auch in Gebieten mit konkurrierenden Infrastrukturen bewährt, ist insofern noch offen.

2.3.3 Endkundenprodukte auf Glasfasernetzen

Erste Unternehmen bieten heute bereits Telekommunikationsdienste auf Glasfasernetzen an. Dabei zeigt sich, dass die Endkundenangebote dieser Unternehmen denen auf dem DSL- und Kabelnetz stark ähneln. Es handelt sich weiterhin um gebündelte Telefonie- und Internetdienste, die nach maximaler Bandbreite differenziert werden: Je höher die maximale Bandbreite ausfällt, desto höher ist auch der verlangte Preis. Zwar werden auf dem Glasfasernetz höhere maximale Bandbreiten angeboten, als auf dem DSL-Netz möglich sind, darüber hinaus gibt es aber bisher keine differenzierenden Elemente. Auch Endkundenprodukte auf Glasfasernetzen können insofern dem Markt mit homogenen Gütern, welche die Telekommunikationsdienste darstellen, ohne weitere Differenzierung – außer den höheren Bandbreiten – voll zugeordnet werden.[125]

Von besonders großer Relevanz für den Erfolg einer Investition in Glasfasernetze ist gerade die Nachfrage nach sehr hohen Bandbreiten, die oberhalb dessen liegen, was auf anderen Technologien angeboten werden kann. Heute bezieht die breite Masse der Kunden noch Telekommunikationsdienste, deren Geschwindigkeit erheblich darunter liegen und es ist noch offen, inwieweit in der Zukunft für die höheren Geschwindigkeiten eine breitere oder zusätzliche Zahlungsbereitschaft entstehen wird.[126]

2.3.4 Kooperationen als Weg zu einem Glasfasernetzausbau

Als ein Schlüssel für einen erfolgreichen Glasfaserausbau insgesamt – und vor allem in Deutschland – sind Kooperationen erkannt worden. Dazu bekennen sich sowohl Politik und Wettbewerbsbehörden als auch einzelne Marktakteure.[127] Mit diesen Kooperationen sollen Synergien gehoben werden und es soll ermöglicht werden, schneller gemeinsam die notwendige Auslastung des Glasfasernetzes zu erreichen, um den Ausbau wirtschaftlich zu gestalten.

[124] Vgl. Thaler (1988).
[125] Zu diesem Ergebnis kommt auch die Bundesnetzagentur in der regulatorischen Marktanalyse, vgl. Bundesnetzagentur (2020c), S. 85ff.
[126] Siehe Unterabschnitt 2.2.4.1.
[127] Vgl. Wernick et al. (2017).

Unterschiedliche Kooperationsformen sind denkbar, die dazu führen, dass gemeinsam ein Glasfasernetz errichtet werden kann. Es können hier grob zwei Kategorien unterschieden werden: Erstens gibt es arbeitsteilige Formen, also vertikale Kooperationen, bei denen die unterschiedlichen Aufgaben eines Glasfaserausbaus auf unterschiedliche Partner verteilt werden, ohne dass diese irgendwo in Konkurrenz treten. Dazu gehören zum Beispiel die schon oben genannten Betreibermodelle, bei denen ein Partner die Aufgabe der InfCo übernimmt, also das Glasfasernetz auf der passiven Ebene errichtet, dieses aber exklusiv an einen Partner verpachtet, der die Rolle der NetCo wahrnimmt.[128] Ein Unterfall dieser Betreibermodelle sind sogenannte Turn-Key-Modelle, bei denen ein Partner, häufig ein Bauunternehmen, das Netz errichtet. Der Betrieb des passiven Netzes wird dann wieder von einem exklusiven Partner übernommen, der jetzt außerdem noch das Eigentum an dem Netz erwirbt. Denkbar sind solche Kooperationsformen auch in Kombination mit zusätzlichen Beteiligungs- und Kapitalkonstrukten. Genauso, dass spezialisierte Partner die Im-Gebäude-Netzwerke errichten. Diese arbeitsteiligen Formen, bei denen am Ende Kapitalströme zwischen Unternehmen ausgetauscht werden und eine (kostensparende) Spezialisierung ermöglicht wird, sollen hier nicht Schwerpunkt der Betrachtungen sein, denn mit ihnen ändert sich wenig an der marktlichen Dynamik gegenüber dem Ausbau durch nur ein Unternehmen, das alle unterschiedlichen Rollen zugleich übernimmt. Stattdessen soll die zweite Form von Kooperationen eingehender beleuchtet werden:

Neben den arbeitsteiligen Kooperationsformen gibt es auch solche, bei denen horizontal kooperiert wird, also Wettbewerber auf der gleichen Wertschöpfungsebene gemeinsam einen Glasfaserausbau durchführen, danach aber weiterhin im Wettbewerb miteinander stehen. Der Erfolg dieser Kooperationsformen hängt maßgeblich davon ab, welche wettbewerbliche Dynamik sich hieraus ergibt. Diese Kooperationsformen sollen nach zwei Achsen systematisiert werden: (i) Nach der Marktstufe entsprechend Unterabschnitt 2.2.2, auf der die Partner erstmals im Wettbewerb stehen und (ii) nach den Freiheitsgraden, die ihnen auf dieser Wettbewerbsstufe bleiben.

(i) Stehen die Partner erstmals auf der ServCo-Stufe im Wettbewerb und sind ihre Freiheitsgrade dort gering, ergibt sich folgendes Modell: Ein Gemeinschaftsunternehmen – zum Beispiel ein Joint Venture – errichtet das passive Netz, tritt also in die Rolle der InfCo ein. Gleichzeitig betreibt dieses Gemeinschaftsunternehmen auch das aktive Netz, es ist also zugleich in der Rolle der NetCo tätig. Damit ergibt sich eine größtmögliche Effizienz: Weder auf der InfCo- noch auf der NetCo-Ebene werden Elemente von den Partnern doppelt betrieben. Die Gemeinschafts-NetCo bietet nun den Partnern auf dem aktiven Vorleistungsmarkt entsprechende Produkte an, die diese wiederum an die Endkunden vermarkten. Über die

[128] Vgl. Wernick et al. (2017).

Preissetzung für diese Produkte kann die NetCo beispielsweise eine Differenzierung nach Bandbreite durchsetzen. Die Preise können so gesetzt werden, dass die Marge im ServCo-Markt gering ist, womit es auch unbedenklich wird, dritte Unternehmen, die nicht Partner des Gemeinschaftsunternehmens sind, ebenfalls als ServCo zu bedienen.

(ii) Ein ähnliches Modell ist denkbar, bei dem ebenfalls der Wettbewerb erstmals auf der ServCo-Stufe stattfindet, diesmal allerdings mit größeren Freiheitsgraden für die Abnehmer in der ServCo-Rolle: Die Gemeinschafts-NetCo bietet ihre Produkte auf dem aktiven Vorleistungsmarkt zu deutlich günstigeren Konditionen und womöglich auch nicht differenziert nach Bandbreite an. In diesem Fall werden dann aber vermutlich nur die Partner des Gemeinschaftsunternehmens als ServCo bedient und nicht Dritte, von denen ein Endkundenangebot auf Grenzkostenbasis – also ebenfalls ohne oder nur mit geringer Bandbreitendifferenzierung – denkbar wäre.

(iii) Wettbewerb könnte auch erstmals auf der Stufe der NetCos entstehen. Ein Gemeinschaftsunternehmen würde dann exklusiv als InfCo ein passives Netz errichten und den Partnern des Gemeinschaftsunternehmens auf dem passiven Vorleistungsmarkt entsprechende passive Vorleistungsprodukte zur Verfügung stellen, an welche diese dann jeweils ihre eigenen aktiven Elemente anschließen. Dieses Modell ist weniger effizient als die Modelle (i) und (ii): Schon die Gemeinschafts-InfCo muss bestimmte Glasfasern mehrfach verlegen – jeweils eine für jeden Partner. Auch die Partner betreiben jeweils eigene aktive Plattformen, womit sich die Effizienz weiter verringert. Die Freiheitsgrade sind für die Partner des Gemeinschaftsunternehmens aber größer als in Variante (i): Für eine InfCo lässt sich gar nicht kontrollieren, mit welchen Bandbreiten ihre Glasfasern genutzt werden. Kommerziell hat sich die InfCo damit aus Pachtzahlungen oder bandbreitenunabhängigen monatlichen Entgelten zu finanzieren. Die Anbindung von Dritten, die nicht Partner des Gemeinschaftsunternehmens sind, als zusätzliche NetCo ist schwerlich möglich: Auch für diese müssten jeweils separate Glasfasern mitverlegt werden. Dafür treten die NetCos der Partner jetzt auf dem aktiven Vorleistungsmarkt in Konkurrenz. Anders als bei Variante (i) kann ein Dritter, der auf der ServCo-Ebene aktiv ist, hier womöglich dementsprechend unter unterschiedlichen Anbietern wählen.

Alle drei Varianten sind im Detail unterschiedlich ausgestaltbar: Offen ist beispielsweise die Zahl der Partner. Viel hängt auch davon ab, zu welchen Konditionen die Gemeinschaftsunternehmen Produkte anbieten oder wie Kapitalverteilungen und gesellschaftsrechtliche Konstrukte aussehen. Grundsätzlich handelt es sich dabei aber im Kern um Untervarianten der drei beschriebenen Grundformen.[129]

[129] Im öffentlichen Diskurs und vor allem in Pressemitteilungen werden weitere Varianten als Kooperation bezeichnet, insbesondere, dass unterschiedliche Unternehmen in ihrer ServCo-Rolle bei

2.3.5 Gegenwärtiger Zustand des Glasfasernetzausbaus

Unterschiedliche Unternehmen sind oder waren bereits aktiv, um regional Glasfasernetze zu errichten.

Viele der Akteure sind dabei lokal starke Telekommunikationsunternehmen, die lange Zeit die passiven Vorleistungen der InfCo der Deutschen Telekom, die Teilnehmeranschlussleitung, genutzt haben, um darüber ihre Endkunden anzubinden, sich dann aber selbst in die Rolle der InfCo begeben haben, in dem sie eigene Glasfasernetze verlegt haben. Dies trifft vor allem auf den städtischen Raum zu. Drei Akteure sind zu nennen: Die M-Net, die zusammen mit ihrem Hauptanteilseigner, den Stadtwerken München, in München ein FTTB-Netz errichtet hat. Die NetCologne, die in Köln ebenfalls ein FTTB-Netz errichtet hat und die sich im Eigentum der lokalen Stadtwerke und der Stadt Köln befindet. Und die wilhelm.tel, die in Hamburg und Umland ein gemischtes FTTH/FTTB-Netz errichtet hat und deren Eigentümer ebenfalls Stadtwerke sind. Daneben haben viele kleinere Stadtwerke begonnen, im Bündnis mit ihrer lokalen Kommune kleinere Glasfasernetze zu errichten.

Eine weitere Gruppe von bereits aktiven Unternehmen sind solche, die explizit für einen Glasfaserausbau – mit gemeinhin Finanzinvestoren im Hintergrund – gegründet wurden. Hier ist besonders das Unternehmen „Deutsche Glasfaser“ zu nennen, das selbst davon spricht, mittlerweile fast eine Million Haushalte mit FTTH erschlossen zu haben.

Der Großteil der Glasfasernetze, die heute in Deutschland errichtet werden, werden folglich von solchen Unternehmen gebaut, die erstmals mit dem Netzausbau als InfCo auftreten. Diese durchaus diverse Gruppe wird zusammenfassend – wegen ihres Neueintritts in den InfCo- beziehungsweise NetCo-Markt – als **New Entrants** bezeichnet.

Von den etablierten Unternehmen auf diesen Märkten ist bisher sichtbar die Deutsche Telekom, der Incumbent, in den Ausbau von Glasfasernetzen eingestiegen.

Insgesamt sind mittlerweile rund vier Millionen Haushalte mit einem FTTH- oder FTTB-Netz erschlossen. Rund 1,5 Millionen Endkunden nutzen diese Anschlussmöglichkeit tatsächlich[130], wobei weniger als zwanzig Prozent dieser Endkunden von der Deutschen Telekom angebunden werden und über achtzig Prozent von ihren Wettbewerbern.[131]

Glasfaserinfrastrukturbetreibern aktive Vorleistungen einkaufen („Wholebuy“). Da es sich dabei um das klassische Wholesale-Geschäft einer NetCo handelt, soll dies nicht vom hier enger gefassten Kooperationsbegriff mitumfasst sein.

[130] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 51.

[131] Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 53.

2.4 Grundlagen der verwendeten Methodik

2.4.1 Mikroökonomische Modellierung und Gleichgewichte

In der Mikroökonomie hat es sich etabliert, wirtschaftliche Zusammenhänge vereinfacht in mathematischen Modellen zu erfassen und zu analysieren.[132] Vereinfacht in der Hinsicht, dass diese Modelle nicht die vollständige Wirklichkeit abbilden, sondern nur solche Elemente, die für die Analyse relevant sind. Für die konkreten Überlegungen irrelevante Einzelheiten werden weggelassen. Diese Modelle sind dabei zentriert um die wesentlichen Akteure in einem Markt. Ihre Anreize werden in Gleichungen beschrieben. Die Akteure versuchen nun ihre Entscheidungen in diesen formulierten Zusammenhängen zu optimieren – also als Unternehmen möglichst große Gewinne zu erzielen oder als Konsument einen möglichst großen Nutzen zu erreichen. Ziel der Analyse ist es dabei gewöhnlich, gleichgewichtige Marktzustände aufzudecken. Ein Gleichgewicht sind solche Marktzustände, bei denen keiner der Akteure durch einseitige Änderung seiner Entscheidung einen höheren Nutzen beziehungsweise Gewinn erzielen kann.

Solche Gleichgewichte können einfach zu identifizieren sein, wenn zum Beispiel in einem Markt mit mehreren Anbietern und Nachfragern der Preis so bestimmt wird, dass angebotene und nachgefragte Mengen übereinstimmen. Sie können aber durchaus deutlich komplizierter aufzudecken sein. Zum Beispiel können mehrere Entscheidungsstufen auftreten, unvollständige oder imperfekte Informationen vorliegen oder als Ergebnis können im Gleichgewicht gemischte Strategien vorkommen, bei denen ein Akteur nicht immer die gleiche reine Strategie, sondern unterschiedliche reine Strategien mit jeweils einer gewissen Wahrscheinlichkeit nutzt.[133] Diese Situationen werden mithilfe der (nichtkooperativen) Spieltheorie formuliert, wobei für die unterschiedlichen Akteure jeweils unterschiedliche mögliche Strategien formuliert werden können. Marktzustände werden dann als Nash-Gleichgewichte[134] bezeichnet, wenn keiner der Akteure einen zusätzlichen Gewinn beziehungsweise Nutzen erzielen kann, indem er einseitig seine Strategie anpasst.

Ein Lösungskonzept zum Auffinden solcher Nash-Gleichgewichte in einem Spiel mit mehreren, aber endlich vielen Entscheidungsstufen, bei dem zugleich perfekte Information vorliegt, ist die Rückwärtsinduktion:[135] Bei dieser wird zuerst die letzte Stufe des Spiels analysiert und ermittelt, welche Entscheidungen in Abhängigkeit vom vorherigen Spielverlauf getroffen werden würden. Diese Entscheidungen als gegeben genommen, wird nun die

[132] Vgl. Varian/Buchegger (2007), S. 1.
[133] Vgl. Varian/Buchegger (2007), S. 601.
[134] Vgl. Myerson (1999).
[135] Vgl. Arieli/Aumann (2015).

Entscheidung der Vorstufe ermittelt, in der nun das Spielergebnis bereits vollständig bestimmt werden kann. Dies wird fortgesetzt, bis man die erste Entscheidungsstufe erreicht hat. Mit der Rückwärtsinduktion lassen sich teilspielperfekte Nash-Gleichgewichte identifizieren, also solche Nash-Gleichgewichte, die zugleich in jeder einzelnen Entscheidungsstufe ein Nash-Gleichgewicht bedeuten.[136]

2.4.2 NPV-Methode zur Investitionsbewertung

Bei der Errichtung von Glasfasernetzen ist nicht nur das erreichbare Marktgleichgewicht relevant. Die Investition amortisiert sich erst viele Jahre nachdem die Investition getätigt wurde. Damit ist für die Entscheidung, ob es zu einem Glasfaserausbau kommt, der gesamte Investitionszyklus zu betrachten.

Die maßgebliche Methode für die Bewertung von Investitionen ist der Net Present Value (NPV). Mit dieser Methode werden die erwarteten Zahlungsströme – negative wie positive – einer Investition auf den heutigen Zeitpunkt abgezinst. Unter Heranziehung eines Zinssatzes – die Grundannahme ist, dass zukünftige Zahlungen heute weniger wert sind als sofortige Zahlungen – lässt sich der Wert einer Investition bestimmen. Der Zinssatz ist dabei der Preis, der für den riskanten Einsatz des Kapitals zu zahlen ist.[137]

Es gibt auch andere Methoden der Investitionsbewertung, die NPV-Methode hat allerdings den Vorteil, dass auch mit zukünftigen, unsicheren Zahlungsströmen gearbeitet und dass über die Setzung des Zinssatzes das Risiko der Investition adäquat berücksichtigt werden kann.[138]

Damit wird zu einer relevanten Frage, was ein für das Risiko der jeweiligen Investition – hier der Errichtung eines Glasfasernetzes – angemessener Zins sei. Mit diesem Thema setzt sich beispielsweise Stehle (2010) auseinander: Ein angemessener Zinssatz sei demnach mit dem Capital Asset Pricing Model (CAPM) herzuleiten, seine Höhe richtet sich darin ausschließlich nach der Korrelation mit dem Marktportfolio.

[136] Vgl. Selten (1975).
[137] Vgl. Koller et al. (2010).
[138] Vgl. Žižlavský (2014).

3 Theoretische Modellierung von Markt und Wettbewerb

3.1 Zu diesem Kapitel

In diesem Kapitel soll der Wettbewerb auf dem Telekommunikationsmarkt unter Berücksichtigung seiner Besonderheiten theoretisch modelliert werden. Dazu werden im Abschnitt 3.2 bestimmte Modellannahmen getroffen, begründet und formalisiert. Essenzielle Setzungen und Festlegungen im Modell sollen jeweils kursiv und römisch nummeriert hervorgehoben werden. Über die hergeleiteten Nachfrage- und Gewinnfunktionen werden letztlich Mengen- beziehungsweise Kapazitätsreaktionsfunktionen für die einzelnen Anbieter abgeleitet.

Diese Reaktionsfunktionen werden in Abschnitt 3.3 genutzt, um unterschiedliche Marktszenarien – je nachdem, wie viele und welche Anbieter in einem Markt aktiv sind – zu analysieren. Dazu wird auch ein numerisches Beispiel mit festgelegten Parametern herangezogen, um die Ergebnisse anschaulicher zu machen. In Abschnitt 3.4 wird die statische Betrachtung um einige dynamische und regulatorische Überlegungen ergänzt. Die Modellierung der Markteinstiegentscheidung eines Unternehmens, das Glasfasernetze ausbauen möchte, ist schließlich Gegenstand von Abschnitt 3.5.

3.2 Konkrete Modellierung

3.2.1 Grundsätzliche Eigenschaften des Modells

Mit dem nachfolgenden Modell sollen unterschiedliche, im vorherigen Kapitel beschriebene Eigenschaften des Telekommunikationsmarktes aufgegriffen und modelliert werden: (i) Es gibt unterschiedliche Infrastrukturen mit unterschiedlichen Eigenschaften, was vor allem die Bandbreitenmöglichkeiten und die Kosten von zusätzlicher Kapazität angeht. (ii) Je nach regionalen Gegebenheiten unterscheidet sich der Wettbewerb. (iii) Unternehmen, die Glasfasernetze errichten, steigen in bereits existierende Märkte ein, die sich insbesondere nach bisheriger Anbieterzahl und Ausbaukosten unterscheiden.

Um dies abzubilden, sollen einige Modellsetzungen getroffen werden:

(I) Es sollen jeweils regionale Märkte modelliert werden.

Die Entscheidung, Glasfasernetze zu errichten, ist jeweils eine regionale Entscheidung: Ein Unternehmen entscheidet sich, sein Glasfasernetz in einer bestimmten geografisch abgrenzbaren Region auszubauen. Gleichzeitig sind die wettbewerblichen Gegebenheiten je nach Region schon in der Hinsicht unterschiedlich, dass jeweils unterschiedliche andere Infrastrukturen verfügbar sein können:

(II) In jeder Region gibt es bis zu drei potenzielle Anbieter mit jeweils eigener Infrastruktur: a mit einem VDSL-Netz, b mit einem Kabelnetz und c mit einem Glasfasernetz.[139]

Diese Anbieter bieten – in den Grenzen der technischen Möglichkeiten ihres jeweiligen Netzes – unterschiedliche Tarife an:

(III) Die Anbieter bieten auf ihrem Netz unterschiedliche Tarife an, die jeweils durch eine maximale Bandbreite B und einen Preis p_B für diesen Tarif charakterisiert sind.

Vereinfachend soll hier zunächst angenommen werden, dass auf dem Endkundenmarkt zwischen den ServCos perfekter Wettbewerb herrscht und daher die kommerziellen Entscheidungen der NetCos direkt auf den Endkundenmarkt durchschlagen und nicht verzerrt werden. Ebenso soll in diesem Kapitel eine integrierte NetCo/InfCo als jeweilige Herrin einer Infrastruktur betrachtet werden.

Um den Telekommunikationsmarkt zu modellieren, soll ein mehrstufiges mikroökonomisches Modell entworfen werden, mit insgesamt drei Entscheidungsstufen, die nacheinander durchlaufen werden: Auf der ersten Stufe wird entschieden, ob ein Unternehmen ein Glasfasernetz errichtet. Auf der zweiten Stufe entscheiden alle Unternehmen, die über Infrastrukturen verfügen, welche Netzkapazität sie aufbauen. Auf der dritten Stufe setzen sie jeweils die Preise für ihre Tarife.[140]

(IV) Auf der ersten Stufe trifft c die Entscheidung, ob er ein Glasfasernetz errichtet oder nicht.

Auf dieser ersten Stufe entscheidet das Glasfasernetz-Unternehmen, ob es in den Markt eintritt oder nicht. Dieser Entscheidung haben sich a und b nicht zu stellen, da ihre Infrastrukturen bereits errichtet sind.

(V) Auf der zweiten Stufe treffen a, b, und gegebenenfalls c gleichzeitig die Entscheidung über die Netzkapazität, die sie errichten. Jeder Endkunde nimmt in Abhängigkeit von der maximalen Bandbreite des von ihm bezogenen Tarifs eine spezifische Netzkapazität in Anspruch.

---

[139] Dass womöglich auch a oder b diejenigen sein könnten, die das Glasfasernetz errichten, soll erst in Kapitel 4 diskutiert werden. In diesem Kapitel sei c immer ein New Entrant.

[140] Angelou/Anastasios (2013) sehen ebenfalls eine Kombination von Kapazitäts- und Preiswettbewerb im Telekommunikationsmarkt, ordnen aber – anders als hier modelliert – den Kapazitätswettbewerb der Infrastrukturerrichtung, also der Anzahl der errichteten Gebäudezuführungen und Im-Gebäude-Verkabelungen, zu und nicht der Kapazität des Netzes. Schon für einen Glasfasernetzausbau lässt sich diskutieren, ob es sich dabei um eine Kapazitätsfrage oder um einen verzögerten Ausbau handelt. Spätestens für die bereits vollständig errichteten Kabel- und VDSL-Netze spielt dieser Sachverhalt keine Rolle.

Netzkapazitäten sind notwendig, um Endkunden Telekommunikationsdienste anbieten zu können. Wie viele Endkunden mit wie hohen maximalen Bandbreiten angebunden werden können, hängt von dieser Netzkapazität ab, welche die Unternehmen auf dieser Stufe gleichzeitig wählen.

> *(VI) Auf der dritten Stufe treffen a, b, und gegebenenfalls c gleichzeitig die Entscheidung, welche Preise sie für ihre unterschiedlichen Tarife verlangen.*

Diese Entscheidung treffen die drei Unternehmen, nachdem transparent ist, welche Netzkapazitäten in der zweiten Stufe jeweils geschaffen worden sind.

3.2.2 Modellierung der Endkundennachfrage

3.2.2.1 Nachfragefunktionen in den Segmenten

Die Nachfrage sei hier die absolute Anzahl der abgesetzten Endkundenanschlüsse eines bestimmten Tarifs, also die Anzahl der Endkunden, die sich für den Bezug eines Tarifs entscheiden. Dabei gibt es sowohl Endkunden, die für einen Tarif mit einer höheren maximalen Bandbreite eine vergleichsweise hohe zusätzliche Zahlungsbereitschaft mitbringen, als auch solche, bei denen die zusätzliche Zahlungsbereitschaft gering ist. Um dies zu approximieren, soll die Nachfrage über unterschiedliche Tarife segmentiert werden. Die unterschiedlichen Tarife sollen den natürlichen Bandbreitengrenzen der verfügbaren Technologien entsprechen.[141] Mit diesem Ansatz ergeben sich drei angebotene Tarife beziehungsweise Segmente der Nachfrage: Alle drei Anbieter a, b, und c bieten einen Tarif mit maximal 250 Mbit/s an. Dieser Tarif soll mit S bezeichnet werden. Ein zweiter Tarif, der als M bezeichnet werden soll, liefert den Endkunden eine maximale Bandbreite von bis zu 1 Gbit/s. Dieser Tarif kann von b und c angeboten werden, nicht aber von a, auf dessen VDSL-Netz eine solche Bandbreite nicht produzierbar ist. Ein dritter Tarif soll als L bezeichnet werden, der eine maximale Bandbreite von mehr als 1 Gbit/s ermöglicht und nur von c angeboten werden kann, da eine solche Bandbreite allein auf dessen Glasfasernetz produzierbar ist. Auf diese drei Tarife soll auch die Endkundennachfrage verdichtet werden:

> *(VII) Die Nachfrage – gemessen in der absoluten Anzahl der abgesetzten Endkundenanschlüsse – wird jeweils separat für drei Segmente modelliert. Die einzelnen Segmente sollen Tarifen folgen, die mit S, M und L bezeichnet werden.[142] In den unterschiedlichen Segmenten können sich unterschiedliche Preise ergeben.*

[141] Siehe für diese Unterabschnitt 2.2.3.6.
[142] S steht dabei für „Small“, M für „Middle“ und L für „Large“.

Die Nachfrage in den einzelnen Segmenten kumuliert über alle Anbieter in diesem Segment soll jeweils mit D_S für das Segment S, D_M für das Segment M und D_L für das Segment L bezeichnet werden.

Im realen Endkundenangebot wird es womöglich auch innerhalb der Segmente eine weitere Bandbreitendifferenzierung mit unterschiedlichen Tarifen geben. Für die Analyse des Wettbewerbs scheint es allerdings hinreichend, diese auf die drei Segmente mit ihren technologiebedingten Grenzen zu verdichten.[143]

Die Zahlungsbereitschaft der Endkunden für zusätzliche Bandbreite ist hochgradig konkav:[144] Es gibt eine vergleichsweise hohe Zahlungsbereitschaft dafür, überhaupt einen Telekommunikationsdienst zu beziehen, die zusätzliche Zahlungsbereitschaft für eine Erhöhung der maximalen Bandbreite fällt dagegen vergleichsweise gering aus und verringert sich weiter, je höher die maximale Bandbreite ist. Es soll daher vereinfachend angenommen werden, dass die Nachfrage nach Tarifen mit höherer maximaler Bandbreite sich allein aus Endkunden zusammensetzt, die – würde der höherwertige Tarif nicht angeboten werden – den Tarif mit der nächstgeringeren maximalen Bandbreite nachfragen würden:[145]

> *(VIII) Wie viele Endkunden aus einem Tarif mit niedrigerer maximaler Bandbreite in einen Tarif mit höherer maximaler Bandbreite wechseln, hängt allein vom Preisdelta zwischen diesen Tarifen ab, die Nachfrage nach M folglich vom Preisdelta $\Delta p_M = p_M - p_S$ und die Nachfrage nach L vom Preisdelta $\Delta p_L = p_L - p_M$.*

Wieviel Nachfrage auf die einzelnen Segmente entfällt, hängt damit jeweils von den Preisen des Segments selbst, aber auch von den Preisen in den anderen Segmenten ab. Die drei segmentspezifischen Nachfragefunktionen lauten:

$$D_S = D_S(p_S, \Delta p_M, \Delta p_L) \tag{1}$$

$$D_M = D_M(p_S, \Delta p_M, \Delta p_L) \tag{2}$$

$$D_L = D_L(p_S, \Delta p_M, \Delta p_L) \tag{3}$$

Für diese Nachfragefunktionen gilt naheliegenderweise folgendes: $\partial \mathrm{D_S}/\partial\, \mathrm{p_S} \leq 0$, $\partial \mathrm{D_M}/\partial \Delta\, \mathrm{p_M} \leq 0$ und $\partial \mathrm{D_L}/\partial \Delta\, \mathrm{p_L} \leq 0$, da die Nachfrage nach den einzelnen Tarifen jeweils mit steigendem Preis sinkt. Gleichzeitig soll gelten, dass wenn der Preis in einem Segment steigt, die

[143] Im Segment S werden heute typischerweise Tarife mit Bandbreiten von 16 Mbit/s, 50 Mbit/s, 100 Mbit/s und 250 Mbit/s angeboten. Im Segment M 400 oder 500 Mbit/s und 1 Gbit/s. Angebote im Segment L sind in Deutschland noch nicht üblich, in der Schweiz werden hier zum Beispiel 10 Gbit/s angeboten. Vgl. auch Unterabschnitt 2.2.4.1.

[144] Vgl. Liu et al. (2018).

[145] Dies hat zur Konsequenz, dass sowohl $\partial(D_S + D_M + D_L)/\partial \Delta\, p_M = 0$ als auch $\partial(D_S + D_M + D_L)/\partial \Delta\, p_L = 0$ gilt.

Nachfrage im darunterliegenden Segment steigt, weil Endkunden aus diesem Segment zur niedrigeren Bandbreite wechseln. In Formeln ausgedrückt bedeutet dies: $\partial \mathrm{D_S}/\partial\, \Delta \mathrm{p_M} \geq 0$ und $\partial \mathrm{D_M}/\partial\, \Delta \mathrm{p_L} \geq 0$.

Für die konkrete Nachfrage sollen lineare Nachfragefunktionen[146] genutzt werden. Die segmentübergreifenden Nachfragefunktionen, die die summierte Nachfrage über unterschiedliche Segmente beschreiben, lauten den Annahmen folgend:

$$D_S + D_M + D_L = a_1 - p_S \tag{4}$$

$$D_M + D_L = a_2(D_S + D_M + D_L) - \Delta p_M \tag{5}$$

$$D_L = a_3(D_M + D_L) - \Delta p_L \tag{6}$$

Die Parameter a_2 und a_3 beschreiben in diesen Gleichungen die Bandbreitenneigung beziehungsweise Bandbreitenpräferenz der Nachfrage. Es wird der Anteil der Endkunden beschrieben, die eine Zahlungsbereitschaft für eine noch höhere Bandbreite haben, als sie im Segment darunter angeboten wird. Es gilt damit $a_2 \leq 1$ und $a_3 \leq 1$.[147] $1 - a_2$ beziehungsweise $1 - a_3$ sind folglich die Endkunden, die auch bei sehr geringen Preisdeltas niemals einen Anschluss mit einer höheren Bandbreite nachfragen würden. a_1 ist die Sättigungsmenge, die bei einem Preis von $p_S = 0$ nachgefragt wird.

Die segmentspezifischen Nachfragefunktionen in Abhängigkeit von den Preisen für die unterschiedlichen Tarife ergeben sich dann wie folgt:

$$D_S = (1 - a_2)(a_1 - p_S) + \Delta p_M \tag{7}$$

$$D_M = (1 - a_3)(a_2 a_1 - a_2 * p_S - \Delta p_M) + \Delta p_L \tag{8}$$

$$D_L = a_3(a_2 a_1 - a_2 * p_S - \Delta p_M) - \Delta p_L \tag{9}$$

3.2.2.2 Inverse Nachfragefunktionen in den Segmenten

Umgestellt nach den Preisen ergeben sich folgende inverse Nachfragefunktionen:

$$p_S(D_S, D_M, D_L) = a_1 - (D_S + D_M + D_L) \tag{10}$$

$$\Delta p_M(D_S, D_M, D_L) = a_2 D_S - (1 - a_2)(D_M + D_L) \tag{11}$$

$$\Delta p_L(D_M, D_L) = a_3 D_M - (1 - a_3) D_L \tag{12}$$

[146] Zur Vereinfachung wird hier die Steigung der linearen Nachfragefunktion jeweils mit 1 angenommen. Eine Modelljustierung erfolgt insofern ausschließlich über a_1, a_2 und a_3.
[147] Selbstverständlich gilt auch: $D_S, D_M, D_L \geq 0$ und $a_1, a_2, a_3 \geq 0$.

In Summe – nicht in Deltapreisen ausgedrückt – entsprechen die Preise für M und L dann:

$$p_M(D_S, D_M, D_L) = a_1 - (1 - a_2)D_S - (2 - a_2)(D_M + D_L) \tag{13}$$

$$p_L(D_S, D_M, D_L) = a_1 - (1 - a_2)D_S - (2 - a_2 - a_3)D_M - (3 - a_2 - a_3)D_L \tag{14}$$

Da $a_2 \leq 1$ und $a_3 \leq 1$ gilt, sinkt ceteris paribus auch der Preis, der mit M und L erzielt werden kann, wenn p_S sinkt. Eine Erhöhung der Nachfrage D_S, D_M oder D_L ist jeweils mit einem Sinken der drei Preise p_S, p_M und p_L verbunden – wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß, je nachdem welche der Mengen steigt.

3.2.3 Modellierung der Angebotsseite

3.2.3.1 Gewinnfunktion der Anbieter

Die Unternehmen haben jeweils Einnahmen aus den von ihnen abgesetzten Mengen (x) und dem damit erzielten Preis p. Gleichzeitig haben sie eine hinreichend große Netzkapazität (K) vorzuhalten, die ihnen die Versorgung der entsprechenden Endkunden ermöglicht. Dieser Kapazitätsaufbau sei jeweils mit den Kapazitätsstückkosten γ verbunden. Jeder Endkunde bringt einen spezifischen Netzkapazitätsbedarf mit, der vom bezogenen Tarif abhängt und umso höher ausfällt, je höher die maximale Bandbreite B des Tarifs ist. Der Kapazitätsbedarf soll ausgedrückt werden mit κ_B mit $B \in \{S, M, L\}$.

Die Gleichgewichtsbedingung für den beschriebenen Markt ist dann erfüllt, wenn die nachgefragte Menge der angebotenen Menge entspricht, also wenn gilt:

$$D_S = x_S^a + x_S^b + x_S^c \tag{15}$$

$$D_M = x_M^b + x_M^c \tag{16}$$

$$D_L = x_L^c \tag{17}$$

Zur Vereinfachung der Notation im Weiteren soll gelten, dass $\sum\sum x_B^i$ die Addition sämtlicher Mengen x ist. Es gilt $i \in \{a, b, c\}$, wobei dies die unterschiedlichen Anbieter sind, und $B \in \{S, M, L\}$, was den unterschiedlichen angebotenen Tarifen entspricht. Damit gilt im Gleichgewicht: $\sum\sum x_B^i = D_S + D_M + D_L$.

$\sum x_M^i$ soll die Summe über alle Mengen im Segment M sein. Es gilt also im Gleichgewicht: $\sum x_M^i = D_M$. Analog gilt dies für $\sum x_S^i$ und $\sum x_L^i$. Sollen die konkreten Mengen einzelner Anbieter ausgenommen werden, soll das jeweils oben rechts von der Summe notiert werden. $\sum\sum x_B^{i\,\neg x_S^a}$ ist folglich die Summe aller x_B^i, aber ohne x_S^a mitzuaddieren.

Weil die Grenzkosten mit jeder produzierten Einheit im Telekommunikationsmarkt verglichen zu den Aufwänden für den Netzausbau und den Kapazitätsaufbau gering sind, sollen sie zur Vereinfachung mit 0 angenommen werden.

(IX) Die Grenzkosten werden vereinfachend bei allen Anbietern mit 0 angenommen.

Damit ergeben sich folgende Gewinnfunktionen bei Optimierung unter jeweils der Nebenbedingung, dass ausreichende Kapazitäten für die angebotenen Mengen bestehen:

$$\overline{\Pi}^a = \sum_{\substack{B\in \\ \{S\}}}(p_B^a * x_B^a) - \gamma^a * K^a \quad \text{u.d.N.} \quad K^a \geq \sum_{\substack{B\in \\ \{S\}}} \kappa_B * x_B^a \tag{18}$$

$$\overline{\Pi}^b = \sum_{\substack{B\in \\ \{S,M\}}}(p_B^b * x_B^b) - \gamma^b * K^b \quad \text{u.d.N.} \quad K^b \geq \sum_{\substack{B\in \\ \{S,M\}}} \kappa_B * x_B^b \tag{19}$$

$$\overline{\Pi}^c = \sum_{\substack{B\in \\ \{S,M,L\}}}(p_B^c * x_B^c) - \gamma^c * K^c \quad \text{u.d.N.} \quad K^c \geq \sum_{\substack{B\in \\ \{S,M,L\}}} \kappa_B * x_B^c \tag{20}$$

3.2.3.2 Preis- und Kapazitätswettbewerb

Bei dem hier skizzierten Modell handelt es sich um einen Preiswettbewerb unter Kapazitätsbeschränkung in der dritten Stufe, wobei die Kapazitäten endogen sind und in Stufe zwei des Modells gewählt werden. Zu einem solchen Wettbewerb gibt es unterschiedliche theoretische Befassungen in der Literatur: In einem ersten Modell zeigen Kreps/Scheinkman (1983), dass – unter Voraussetzung einer bestimmten Rationierungsregel[148] – ein solcher Wettbewerb nicht zu den Ergebnissen eines Preis- beziehungsweise Bertrand-Wettbewerbs führt, wie er auf der letzten Stufe für sich genommen stattfindet (und was bei Grenzkosten, die hier mit 0 angenommen worden sind, zu Preisen auf ebendiesem Niveau führen würde).[149] Stattdessen würde der Wettbewerb über beide Stufen zu den Ergebnissen eines Mengen- beziehungsweise Cournot-Wettbewerbs führen, mit geringeren Mengen und höheren Preisen. Dies folgt der Intuition, dass die Anbieter wissen, dass es in der letzten Stufe zu Preiswettbewerb kommt und daher schon in der Vorstufe ihre Kapazitäten entsprechend optimierend beschränken.

Davidson/Deneckere (1986) zeigen, dass mit anderen, realistischeren Rationierungsregeln die Wettbewerbsintensität zwar weiterhin geringer ist als bei einem reinen Bertrand-Wettbewerb, verbunden mit höheren Preisen und niedrigeren Mengen, die Wettbewerbsintensität aber mindestens bei niedrigen Kapazitätskosten über das hinausgeht, was sich bei einem

[148] Die implizite Rationierungsregel, bezogen auf einen Markt, bei dem Endkunden entweder eine oder keine Einheit des angebotenen Guts nachfragen, lautet: Zuerst werden von der ersten Firma im Markt, deren volle Kapazitäten genutzt wird, Endkunden mit einer hohen Zahlungsbereitschaft bedient. Dies führt für eine zweite Firma, die den Rest des Marktes bedient, zum schlechtmöglichsten Ergebnis, was auch Anlass zur Kritik an diesem Modell ist. Vgl. Davidson/Deneckere (1986).
[149] Vgl. Varian/Buchegger (2007), S. 584f.

Cournot-Wettbewerb ergeben würde. Bei höheren Kapazitätskosten – wie sie im Telekommunikationsmarkt vorliegen – nähern sich die Marktergebnisse wieder dem Cournot-Wettbewerb an.[150]

Moreno/Ubeda (2006) modifizieren gegenüber Kreps/Scheinkman (1983) und Davidson/Deneckere (1986) den Preiswettbewerb in der letzten Stufe. Bei ihnen wählen Anbieter einen Reservationspreis, zu dem sie bereit sind, ihre gesamte Kapazität auf den Markt zu bringen. Damit lässt sich – unabhängig von der gewählten Rationierungsregel – zeigen, dass sich bei einem solchen Preiswettbewerb und endogenen Kapazitäten Marktergebnisse einstellen, die einem Cournot-Wettbewerb entsprechen.

Es erscheint daher folgerichtig, den Wettbewerb auf dem Telekommunikationsmarkt nachfolgend analog einem Mengenwettbewerb zu modellieren, wobei die Anbieter hier konkret ihre Kapazität wählen.[151]

Sowohl bei Moreno/Ubeda (2006) als auch bei Kreps/Scheinkman (1983) gilt das Beschriebene allerdings nur bei endogenen Kapazitäten, was im Weiteren erst einmal der Fall sein soll. Sind die Kapazitäten exogen und übersteigen die Kapazitäten bestimmte – je nach Autoren unterschiedliche – Obergrenzen, können sich Situationen ergeben, in denen sich kein stabiles Gleichgewicht mehr ergibt.[152] In Unterabschnitt 3.4.3 sollen später Sonderfälle diskutiert werden, bei denen diese Obergrenzen womöglich durch Kapazitätsschübe verletzt werden – womit sich zusätzliche Preis- und Gewinnrisiken für die Anbieter ergeben.

3.2.3.3 Resultierende Gewinn- und Reaktionsfunktionen

Mit den Erkenntnissen aus den vorherigen Unterabschnitten lässt sich die Gewinnfunktion der Unternehmen entsprechend nach der aufzubauenden Kapazität beziehungsweise Menge umstellen. Statt K^i soll die für die jeweils konkret auszubringende Menge und den jeweiligen Tarif zu schaffende Kapazität κ_B verwendet werden, es gilt $K^i = \sum k_B x_B^i$. Die angepassten Gewinnfunktionen ergeben sich dann wie folgt:[153]

---

[150] Auch weitere Punkte, die Davidson/Deneckere (1986) als günstig für ein Cournot-Ergebnis beschreiben – ein wiederholtes Spiel und wenige Anbieter –, treffen auf den Telekommunikationsmarkt zu.

[151] Zu dieser Schlussfolgerung für den Telekommunikationsmarkt gelangt auch Ferreira (2017), die Daumenregel von Cabral (2000) nutzend, dass Kapazitäten in diesem Markt schwieriger anzupassen seien als Preise.

[152] Bei Kreps/Scheinkman (1986) ist dies: Kein Anbieter darf über Kapazitäten verfügen, die seinen Cournot-Gleichgewichtswert überschreiten. Außerdem darf die Gesamtkapazität aller Anbieter kombiniert die maximale potenzielle Nachfrage nicht übersteigen. Bei Moreno/Ubeda (2006) tritt eine solche Situation ein, wenn mehr als ein Anbieter über eine Kapazität verfügt, die oberhalb seiner Reaktionsfunktion auf die Kapazität der anderen liegt.

[153] Setzt man in diese Gewinnfunktionen noch die Preisfunktionen ein, ergeben sie sich wie folgt:

$$\overline{\Pi}^{a} = (p_S - \gamma^{a}\kappa_S) * x_S^{a} \tag{21}$$

$$\overline{\Pi}^{b} = (p_S - \gamma^{b}\kappa_S) * x_S^{b} + (p_M - \gamma^{b}\kappa_M) * x_M^{b} \tag{22}$$

$$\overline{\Pi}^{c} = (p_S - \gamma^{c}\kappa_S) * x_S^{c} + (p_M - \gamma^{c}\kappa_M) * x_M^{c} + (p_L - \gamma^{c}\kappa_L) * x_L^{c} \tag{23}$$

Die Reaktionsfunktion für a, mit der dieser sein optimales x_S^a in Abhängigkeit von den x_B^i der anderen bestimmt, ergibt sich abgeleitet aus der Gewinnfunktion $\overline{\Pi}^a$ wie folgt, wobei seine optimale Kapazität nicht nur von der Kapazität der anderen im Segment S, sondern auch von deren Kapazitäten in den Segmenten M und L abhängt:

$$x_S^a = \frac{a_1 - \gamma^{a}\kappa_S - \sum\sum x_B^{i\,\neg x_S^a}}{2} \tag{24}$$

Je höher die Kosten für den Kapazitätsaufbau für ihn und je höher die Kapazitäten der anderen Anbieter sind, desto weniger Kapazität baut a folglich auf.

Anbieter b ist in zwei Segmenten tätig, folglich ergeben sich für ihn zwei Formeln, die beide wiederum von den Kapazitäten der Anbieter in allen drei Segmenten abhängen:

$$x_S^b = \frac{a_1 - \gamma^{b}\kappa_S - \sum\sum x_B^{i\,\neg x_S^b \neg x_M^b}}{2} - \frac{2 - a_2}{2} * x_M^b \tag{25}$$

$$x_M^b = \frac{a_1 - \gamma^{b}\kappa_M - (1 - a_2)\sum x_S^{i\,\neg x_S^b}}{(4 - 2a_2)} - \frac{1}{2}\left(\sum x_M^{i\,\neg x_M^b} + \sum x_L^i\right) - \frac{1}{2}x_S^b \tag{26}$$

Werden die beiden Gleichungen (25) und (26) kombiniert, ergeben sich daraus die folgenden Reaktionsfunktionen des Anbieters b, die die gewinnmaximierenden Werte von x_S^b und x_M^b als Funktion der Kapazitätsentscheidungen der Anbieter a und c ausdrücken:

$$x_S^b = \frac{a_1 - 2\kappa_S\gamma^{b} + \kappa_M\gamma^{b} - (1 + a_2)\sum x_S^{i\,\neg x_S^b} - a_2(\sum x_M^{i\,\neg x_M^b} + \sum x_L^i)}{2 + a_2} \tag{27}$$

$$x_M^b = \frac{a_1 a_2 - 2\kappa_M\gamma^{b} + (2 - a_2)\kappa_S\gamma^{b} + a_2\sum x_S^{i\,\neg x_S^b} - (2 - a_2)(\sum x_M^{i\,\neg x_M^b} + \sum x_L^i)}{4 - a_1 a_2} \tag{28}$$

$$\overline{\Pi}^{a} = \left(a_1 - \sum\sum x_B^i - \gamma^{a}\kappa_S\right) * x_S^a$$

$$\overline{\Pi}^{b} = \left(a_1 - \sum\sum x_B^i - \gamma^{b}\kappa_S\right) * x_S^b + (a_1 - (1 - a_2)\sum x_S^i - (2 - a_2)(\sum x_M^i + \sum x_L^i) - \gamma^{b}\kappa_M) * x_M^b$$

$$\overline{\Pi}^{c} = \left(a_1 - \sum\sum x_B^i - \gamma^{c}\kappa_S\right) * x_S^c + \left(a_1 - (1 - a_2)\sum x_S^i - (2 - a_2)\left(\sum x_M^i + \sum x_L^i\right) - \gamma^{c}\kappa_M\right) * x_M^c + (a_1 - (1 - a_2)\sum x_S^i - (2 - a_2 - a_3)\sum x_M^i - (3 - a_2 - a_3)\sum x_L^i - \gamma^{c}\kappa_L) * x_L^c$$

Die Kapazitäten von b im Optimum schrumpfen folglich ebenfalls, wenn die Kapazitäten der anderen Anbieter wachsen oder wenn er höheren Kosten für seinen Kapazitätsaufbau gegenübersteht. Interessanterweise verlagert sich allerdings seine Kapazitätsnutzung je höher die Kapazität der anderen für S ist weg von x_S^b hin zu x_M^b, es gilt $\partial x_M^b / \partial \sum x_S^{i\,\neg x_S^b} > 0$.

Anbieter c ist in allen drei Segmenten tätig. Folglich ergeben sich für ihn die folgenden drei Formeln:

$$x_S^c = \frac{a_1 - \gamma^c \kappa_S - \sum\sum x_B^{i\,\neg x_S^c \neg x_M^c \neg x_L^c}}{2} - \frac{2 - a_2}{2} * (x_M^c + x_L^c) \tag{29}$$

$$x_M^c = \frac{a_1 - \gamma^c \kappa_M - (1 - a_2) \sum x_S^{i\,\neg x_S^c}}{(4 - 2a_2)} - \frac{1}{2}\left(\sum x_M^{i\,\neg x_M^c}\right) - \frac{1}{2} x_S^c - \frac{4 - 2a_2 - a_3}{(4 - 2a_2)} x_L^c \tag{30}$$

$$\begin{aligned} x_L^c = {} & \frac{a_1 - \gamma^c \kappa_L - (1 - a_2) \sum x_S^{i\,\neg x_S^c} - (2 - a_2 - a_3) \sum x_M^{i\,\neg x_M^c}}{2(3 - a_2 - a_3)} - \frac{2 - a_2}{2(3 - a_2 - a_3)} x_S^c \\ & - \frac{4 - 2a_2 - a_3}{2(3 - a_2 - a_3)} x_M^c \end{aligned} \tag{31}$$

Die daraus abgeleiteten Reaktionsfunktionen lauten:

$$\begin{aligned} x_S^c = \frac{}{} & a_1(4 - 2a_2 - {a_3}^2) - (4 + 2a_2 - 2{a_2}^2 - {a_3}^2) \sum x_S^{i\,\neg x_S^c} \\ & -(4a_2 - a_2{a_3}^2 - 2{a_2}^2 + {a_3}^2) \sum x_M^{i\,\neg x_M^c} - (8 - 4{a_2}^2 - {a_3}^2)\kappa_S \gamma^c \\ & +(2 - a_2)(2 - a_3)\kappa_M \gamma^c + (2 - a_2) a_3 \kappa_L \gamma^c \\ \hline & 2(4 - {a_2}^2 - {a_3}^2) \end{aligned} \tag{32}$$

$$\begin{aligned} x_M^c = \frac{}{} & a_2(2 - a_3)\left(a_1 + \sum x_S^{i\,\neg x_S^c}\right) - (4 - {a_2}^2 a_3 - a_2(2 - a_3) + 2a_3) \sum x_M^{i\,\neg x_M^c} \\ & +(4 - a_2(2 - a_3) - 2a_3)\kappa_S \gamma^c - 4(2 - {a_2}^2 - a_3)\kappa_M \gamma^c \\ & +2(2 - {a_2}^2 - a_3)\kappa_L \gamma^c \\ \hline & 2(4 - {a_2}^2 - {a_3}^2) \end{aligned} \tag{33}$$

$$\begin{aligned} x_L^c = \frac{}{} & a_1 a_2 a_3 + a_2 a_3 \sum x_S^{i\,\neg x_S^c} + a_3(2 + a_2 - {a_2}^2) \sum x_M^{i\,\neg x_M^c} \\ & -(4 - {a_2}^2)\kappa_L \gamma^c + (4 - {a_2}^2 - 2a_3)\kappa_M \gamma^c \\ & +a_3(2 - a_2)\kappa_S \gamma^c \\ \hline & 2(4 - {a_2}^2 - {a_3}^2) \end{aligned} \tag{34}$$

Auch für c ergeben sich im Optimum geringere Kapazitäten, wenn die Kapazitäten der anderen Anbieter wachsen oder wenn er höheren Kosten für seinen Kapazitätsaufbau gegenübersteht. Die Kapazitätsnutzung von c verlagert sich ebenfalls je höher die Kapazität der anderen ist weg von x_S^c und x_M^c hin zu x_L^c, es gilt $\partial x_L^c / \partial \sum x_S^{i\,\neg x_S^c} > 0$ und $\partial x_L^c / \partial \sum x_M^{i\,\neg x_M^c} > 0$.

Für alle Angebotsmengen gilt selbstverständlich, dass $x_B^i \geq 0$ zu sein hat.

3.2.4 Markteinstiegsentscheidung mit Glasfaser

Zusätzlich zu den Festlegungen, die c gemeinsam mit den anderen beiden Unternehmen in den Stufen 2 und 3 zu treffen hat, obliegt ihm noch eine weitere Aufgabe: Es ist an ihm, zu entscheiden, ob er in Stufe 1 überhaupt in den Markt einsteigt und das Glasfasernetz errichtet. Die Errichtung dieses Netzes soll mit den Kosten C verbunden sein.

> *(X) c entscheidet in Stufe 1, ob er in den Markt eintritt und ein Glasfasernetz errichtet, in Abhängigkeit von den erwarteten Gewinnen nach Errichtung des Glasfasernetzes und den Investitionskosten C.*

Bei Eintritt in den Markt erzielt er nicht nur in einer Periode einen entsprechenden Gewinn, sondern in allen Folgeperioden nach Markteintritt. Die Gewinne der Folgeperioden sind entsprechend mit der NPV-Methode abzuzinsen, um zu einer Investitionsbewertung zu gelangen. Der Abzinsungszins soll dabei r betragen. Außerdem soll der in Unterabschnitt 2.2.2.2 beschriebenen Trägheit der Nachfrage folgend eine Verzögerung von Φ Jahren angenommen werden, bis sich das neue Marktgleichgewicht eingestellt hat. In der Zeit bis dahin soll nach und nach ein Übergang vom alten zum neuen Marktgleichgewicht stattfinden. Hat $\overline{\Pi}$ den Gewinn in einer Periode ausgedrückt, ergibt sich damit der Gesamtgewinn über die Zeit Π wie folgt:

$$\Pi^c = \sum_{t=0}^{\Phi} \frac{t}{\Phi} \left(\frac{1}{1+r}\right)^t \overline{\Pi}^c + \sum_{t=\varphi+1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r}\right)^t \overline{\Pi}^c - C \tag{35}$$

Nach Auflösung der geometrischen Reihe, die sich in der Abzinsung verbirgt, und nutzend, dass der Abzinsungsfaktor $q = \frac{1}{1+r}$ ist, ergibt sich:

$$\Pi^c = \left(\frac{\Phi q^{\Phi+2} - (\Phi+1)q^{\Phi+1} + q}{\Phi(1-q)^2} + \frac{q^{\Phi+1}}{1-q}\right)\overline{\Pi}^c - C \tag{36}$$

Steigt c nicht in den Markt ein, ist sein Gewinn 0. Er steigt damit dann in den Markt ein, wenn gilt:

$$\left(\frac{\Phi q^{\Phi+2} - (\Phi+1)q^{\Phi+1} + q}{\Phi(1-q)^2} + \frac{q^{\Phi+1}}{1-q}\right)\overline{\Pi}^c > C \tag{37}$$

Auch die NPV-Gewinne der anderen beiden Unternehmen verändern sich bei Markteinstieg von c, wobei $\overline{\Pi}^a_{\neg c}$ der Gewinn ohne Einstieg von c pro Periode sei und $\overline{\Pi}^a_{+c}$ der niedrigere Gewinn pro Periode nach Einstieg von c:[154]

[154] Unter Nutzung der Eigenschaft als geometrische Reihe gilt:

$$\Pi^a = \begin{cases} \sum_{t=0}^{\Phi} (\frac{1}{1+r})^t * \frac{\Phi - t}{\Phi} (\overline{\Pi}^a_{\neg c} - \overline{\Pi}^a_{+c}) + \sum_{t=0}^{\infty} (\frac{1}{1+r})^t \overline{\Pi}^a_{+c}, & \text{mit Einstieg c} \\ \sum_{t=0}^{\infty} (\frac{1}{1+r})^t \overline{\Pi}^a_{\neg c}, & \text{ohne Einstieg c} \end{cases} \quad (38)$$

$$\Pi^b = \begin{cases} \sum_{t=0}^{\Phi} (\frac{1}{1+r})^t * \frac{\Phi - t}{\Phi} (\overline{\Pi}^b_{\neg c} - \overline{\Pi}^b_{+c}) + \sum_{t=0}^{\infty} (\frac{1}{1+r})^t \overline{\Pi}^b_{+c}, & \text{mit Einstieg c} \\ \sum_{t=0}^{\infty} (\frac{1}{1+r})^t \overline{\Pi}^b_{\neg c}, & \text{ohne Einstieg c} \end{cases} \quad (39)$$

Damit werden die Gewinnreduktionen vergleichbar, die a und b durch den Einstieg von c in den Markt erfahren.

Die hier beschriebenen Gleichungen approximieren, was Selten (1965a; 1965b) für Märkte mit Nachfrageträgheit beschrieben hat. Dort gebe es im Gleichgewicht einen Preisabstand zwischen Unternehmen mit hohem Marktanteil zu Unternehmen mit geringem Marktanteil. Dieser Preisabstand verringere sich im Zeitverlauf. Dies ist in den obigen Gleichungen approximativ reflektiert. Der mit ihnen beschriebene Übergang im Zeitverlauf lässt sich wie folgt interpretieren: c, beginnend bei einem Marktanteil von null Prozent, erzielt unmittelbar den (niedrigeren) Preis des neuen Gleichgewichts. Sein Marktanteil wächst über die Zeit. a und b starten mit den (höheren) Preisen des alten Gleichgewichts. Diese höheren Preise sinken nach Markteinstieg von c im Zeitverlauf. Gleichzeitig sinkt der Marktanteil der beiden Unternehmen. Die reale Marktentwicklung wird hier natürlich nur approximiert, das Beschriebene deckt sich aber mit der theoretischen Intuition.

3.3 Resultierende Marktgleichgewichte

3.3.1 Numerisches Beispiel

Zum besseren Verständnis soll neben den allgemeinen Gleichungen im Nachfolgenden ein numerisches Beispiel genutzt werden. Das numerische Beispiel erfüllt nicht den Anspruch, den Telekommunikationsmarkt in Deutschland oder anderswo vollständig und präzise zu

$$\Pi^a = \begin{cases} \frac{1}{1-\mathrm{q}} \overline{\Pi}^a_{+c} + \frac{1-q^{\Phi+1}}{1-q} * (\overline{\Pi}^a_{\neg c} - \overline{\Pi}^a_{+c}) - \frac{\Phi \mathrm{q}^{\Phi+2} - (\Phi+1)\mathrm{q}^{\Phi+1} + q}{\Phi(1-q)^2} * (\overline{\Pi}^a_{\neg c} - \overline{\Pi}^a_{+c}), & \text{mit Einstieg c} \\ \frac{1}{1-q} \overline{\Pi}^a_{\neg c}, & \text{ohne Einstieg c} \end{cases}$$

$$\Pi^b = \begin{cases} \frac{1}{1-\mathrm{q}} \overline{\Pi}^b_{+c} + \frac{1-q^{\Phi+1}}{1-q} * (\overline{\Pi}^b_{\neg c} - \overline{\Pi}^b_{+c}) - \frac{\Phi \mathrm{q}^{\Phi+2} - (\Phi+1)\mathrm{q}^{\Phi+1} + q}{\Phi(1-q)^2} * (\overline{\Pi}^b_{\neg c} - \overline{\Pi}^b_{+c}), & \text{mit Einstieg c} \\ \frac{1}{1-q} \overline{\Pi}^b_{\neg c}, & \text{ohne Einstieg c} \end{cases}$$

beschreiben. Mit dem Zahlenbild soll allein erreicht werden, dass die theoretischen Betrachtungen greifbar werden und dass gegebenenfalls noch eine grobe Intuition für die Effektstärken gewonnen wird.

Die einzelnen Parameter sollen wie nachfolgend beschrieben gesetzt werden. Wo im Weiteren von diesen Parametersetzungen abgewichen wird, soll dies explizit ausgeführt werden.

Tabelle 6: **Parameter des numerischen Beispiels**	
Parameter	Wert
a_1	100
a_2	0,5
a_3	0,25
γ^a	2
γ^b	4
γ^c	1
κ_S	2
κ_M	3
κ_L	4

Mit $a_1 = 100$ wird eine Grundnachfrage von 100 Endkunden in dem betrachteten Gebiet gesetzt.[155] Von diesen Kunden sind maximal 50 Prozent ($a_2 = 0{,}5$) bereit, auch einen Telekommunikationsdienst im Segment M nachzufragen. Von diesen 50 Prozent sind wiederum maximal 25 Prozent ($a_3 = 0{,}25$), also 12,5 Prozent aller potenziellen Endkunden, bereit, einen Telekommunikationsdienst im Segment L nachzufragen, gegeben es gibt jeweils einen Preisaufschlag. Die Parameter für a_2 und a_3 sind so gewählt, dass sie eine zukünftige Entwicklung abbilden und gleichzeitig die stark fallende zusätzliche Zahlungsbereitschaft für zusätzliche Bandbreite aus der Literatur reflektieren.[156] Sie liegen über der aktuellen Nachfrage nach höheren Bandbreiten, aber innerhalb dessen, was für die absehbare Zukunft erwartbar ist. Damit sollte die mittelfristige wirtschaftliche Perspektive eines Glasfaserausbaus abgeschätzt werden können.

Die Kosten für den Kapazitätsausbau unterscheiden sich für die einzelnen Netze: Im Netz von b sind sie am höchsten ($\gamma^b = 4$), am niedrigsten sind sie für c ($\gamma^c = 1$), a liegt mit seinen Kosten

[155] Es ergibt sich bei dieser Parametersetzung bei einem Preisniveau von rund 30 Euro eine Preiselastizität von -0,4. Dies entspricht ungefähr der Schätzung von Galperin/Ruzzier (2010), die in der OECD eine Preiselastizität von -0,36 für Breitbandinternetanschlüsse feststellen. Ältere Studien wie Intven (2000) ermitteln eine Preiselastizität für einen Telefonanschluss zwischen -0,15 und -0,25. Für einen Internetanschluss wird sie, trotz des kombinierten Dienstes, hier etwas höher angenommen: Mittlerweile können Endkunden für Telefonie vom Festnetz auf den Mobilfunk ausweichen.
[156] Vgl. Liu et al. (2018).

in der Mitte ($\gamma^a = 2$). Dies entspricht der Rangfolge, die in Unterabschnitt 2.2.3.6 festgestellt wurde.[157]

Der Bedarf an Kapazität für einen einzelnen Telekommunikationsdienst eines Endkunden steigt mit der Bandbreite des bezogenen Tarifs: Liegt er im Segment S bei $\kappa_S = 2$, so ist er beim Wechsel von S auf M um 50 Prozent höher, es gilt also $\kappa_M = 3$. Er ist noch einmal um ein Drittel höher beim Wechsel von M auf L, es gilt also $\kappa_L = 4$, auch hier in der Größenordnung den Erkenntnissen aus Unterabschnitt 2.2.3.2 folgend.

Die hier verwendeten Werte entsprechen einer gewissen Plausibilität, sind aber mitnichten empirisch abgeleitet oder präzise Prognosewerte. Das numerische Beispiel kann daher nur eine Intuition zu den Effekten für ein besseres Verständnis liefern.[158] Allerdings sind die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse auch gegenüber abweichenden Parametersetzungen relativ robust, die Intuition ist also recht stabil. Wo andere Parametersetzungen zu grundsätzlich abweichenden Ergebnissen führen, soll dies explizit diskutiert werden.

3.3.2 Gleichgewichte bei einer Infrastruktur

3.3.2.1 Marktgleichgewicht bei alleiniger VDSL-Infrastruktur

Es soll für den Start angenommen werden, es gebe nur eine einzige Infrastruktur, es liege also ein Infrastrukturmonopol vor. Im ersten Fall existiert dann nur die Infrastruktur von a, das VDSL-Netz. a wählt seine Kapazität beziehungsweise Menge (und seinen Preis) so, dass er einen möglichst hohen Gewinn erzielt. Er bringt wegen der technischen Beschränktheit seines Netzes ausschließlich eine Menge im Segment S aus. Setzt man in den Gleichungen aus Unterabschnitt 3.2.2 und 3.2.3 $x_B^i = 0$ für alle i$\neq a$, ergeben sich Menge und Preis für Anbieter a wie folgt:[159] [160]

$$x_S^a = \frac{a_1 - \kappa_S \gamma^a}{2} \tag{40}$$

$$p_S = \frac{a_1 + \kappa_S \gamma^a}{2} \tag{41}$$

[157] Damit ergeben sich in den nachfolgend errechneten Szenarien Kapazitätsinvestitionsquoten bezogen auf den Umsatz für den VDSL-Netzbetreiber zwischen 11 Prozent bei einem Wettbewerber und 20 Prozent bei mehreren Wettbewerbern. Das liegt im Rahmen der historischen Investitionsquote von 15 Prozent für die Deutsche Telekom, die Neumann (2014) ermittelt hat.
[158] Um dies durchgängig zu betonen, werden auch errechnete Umsätze, Gewinne, Kosten und Preise nicht mit einem Währungszeichen versehen.
[159] Für alle nachfolgenden Gleichungen gilt, dass sie natürlich nur so lange richtig sind, wie sich aus den Parametern nicht-negative Werte für Mengen und Preise ergeben. Bei den Parametern des numerischen Beispiels aus Unterabschnitt 3.3.1 ist dies in allen Konstellationen der Fall.
[160] Für die Formeln und Berechnungen siehe insbesondere auch Anhang A.

Je höher seine Kosten für einen Kapazitätsaufbau sind, desto geringer ist die Menge, die er ausbringt, und desto höher ist der aufgerufene Preis.

Die Gesamtmenge ergibt sich ausschließlich aus der Menge im Segment S:

$$D_S = \frac{a_1 - \kappa_S \gamma^a}{2} \tag{42}$$

a erzielt den höchstmöglichen (Monopol-)Gewinn:

$$\overline{\Pi}^a = (\frac{a_1 - \kappa_S \gamma^a}{2})^2 \tag{43}$$

Für das numerische Beispiel bedeutet dies folgendes:

Tabelle 7: **Marktgleichgewicht bei alleiniger VDSL-Infrastruktur**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	52,0 / - / -
$D_S + D_M + D_L$	48,0
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	48,0 (48,0 / - / -)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	- (- / - / -)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	- (- / - / -)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	2.304 / - / -
Marktanteile a / b / c	100% / - / -

3.3.2.2 Marktgleichgewicht bei alleiniger Kabelinfrastruktur

Der Kabelnetzbetreiber steht als alleiniger Infrastrukturbetreiber vor einer doppelten Herausforderung: Anders als der VDSL-Netz-Betreiber optimiert er in dieser Situation nicht nur seine Kapazität beziehungsweise Menge x_S^b im Segment S. Gleichzeitig optimiert er auch x_M^b im Segment M, um die Zahlungsbereitschaft für zusätzliche Bandbreite optimal abzuschöpfen. Im Gleichgewicht ergeben sich folgende Kapazitäten beziehungsweise Mengen:

$$x_S^b = \frac{a_1 - 2\kappa_S \gamma^b + \kappa_M \gamma^b}{a_2 + 2} \tag{44}$$

$$x_M^b = \frac{a_1 a_2 + (2 - a_2)\kappa_S \gamma^b - 2\kappa_M \gamma^b}{4 - {a_2}^2} \tag{45}$$

$$D_S + D_M = \frac{2a_1 + (2 - a_2)\kappa_S \gamma^b - a_2 \kappa_M \gamma^b}{4 - {a_2}^2} \tag{46}$$

Dadurch, dass b auch im Segment M ein Angebot macht, reduziert er sein Angebot von x_S^b gegenüber dem Monopolangebot des VDSL-Netzbetreibers. Gleichzeitig bringt er aber eine positive Menge x_M^b aus. In Summe ist sein Angebot über beide Segmente größer, als wenn er nur in S aktiv wäre.[161]

Daraus ergeben sich folgende Preise, wobei p_S ebenfalls niedriger gesetzt wird, als wenn nur im Segment S ein Angebot erfolgt:

$$p_S = \frac{2a_1 - a_1{a_2}^2 + a_2\kappa_M\gamma^b + (2 - a_2)\kappa_S\gamma^b}{4 - {a_2}^2} \tag{47}$$

$$\Delta p_M = \frac{a_1 a_2 + (2 - {a_2}^2)\kappa_M\gamma^b - (2 + a_2 - {a_2}^2) * \kappa_S\,\gamma^b}{4 - {a_2}^2} \tag{48}$$

Außerdem erzielt b folgenden Gewinn, der höher ist, als wenn er nur im Segment S ein Angebot machen würde:

$$\overline{\Pi}^b = \frac{\begin{array}{c}{a_1}^2 - \big((2 - a_2)(\kappa_S\kappa_M - {\kappa_S}^2) - {\kappa_M}^2\big)\gamma^b\gamma^b \\ - a_1(a_2\kappa_M + (2 - a_2)\kappa_S)\,\gamma^b\end{array}}{4 - {a_2}^2} \tag{49}$$

Für das numerische Beispiel bedeutet dies folgendes:

Tabelle 8: **Marktgleichgewicht bei alleiniger Kabelinfrastruktur**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	51,5 / 14,1 / -
$D_S + D_M + D_L$	48,5
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	38,4 (- / 38,4 / -)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	10,1 (- / 10,1 / -)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	- (- / - / -)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	- / 2.212 / -
Marktanteile a / b / c	- / 100% / -

Im Vergleich mit a in Unterabschnitt 3.3.2.1 unterscheiden sich in diesem Beispiel zwei Sachverhalte: (i) Zum einen erzielt b einen höheren Gewinn, weil ihm ein Angebot im Segment M möglich ist. (ii) Zum anderen werden für b höhere Kosten für zusätzliche Kapazitäten angenommen als für a, was den Gewinn von b reduziert. Bei den gewählten Parametern dominiert der Effekt der höheren Kosten. Die höheren Kosten verursachen eine Gewinnreduktion von

[161] Dies gilt für jedes a_2 im zulässigen Bereich, der dadurch beschränkt wird, dass $\kappa_M\,\gamma^b$ so zu wählen ist, dass x_M^b nicht-negativ wird:

$$\frac{2a_1 + (2 - a_2)\kappa_S\gamma^b - a_2\kappa_M\,\gamma^b}{4 - {a_2}^2} \geq \frac{a_1 - \kappa_S\gamma^b}{2}$$

188. Das zusätzliche Angebot im Segment M wiederum führt zu einer Gewinnsteigerung von 96, womit sich in Summe eine Differenz von -92 gegenüber dem Gewinn von a in Unterabschnitt 3.3.2.1 ergibt.

3.3.2.3 Marktgleichgewicht bei alleiniger Glasfaserinfrastruktur

Würde nun in einem Gebiet der Glasfasernetzbetreiber der Infrastrukturmonopolist sein, der neben x_S^c und x_M^c auch x_L^c anbietet, würde dieser die folgenden Kapazitäten aufbauen beziehungsweise die folgenden Mengen ausbringen:

$$x_S^c = \frac{\begin{array}{c} a_1(4 - 2a_2 - {a_3}^2) - (8 - 4a_2 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^c \\ +(2 - a_2)(2 - a_3)\kappa_m\gamma^c + (2a_3 - a_2a_3)\kappa_L\gamma^c \end{array}}{8 - 2{a_2}^2 - 2{a_3}^2} \tag{50}$$

$$x_M^c = \frac{\begin{array}{c} a_1a_2(2 - a_3) - (8 - {a_2}^2 - 4a_3)\kappa_m\gamma^c \\ +(4 - {a_2}^2 - 2a_3)\kappa_L\gamma^c + (4 - 2a_2 + a_2a_3 - 2a_3)\kappa_S\gamma^c \end{array}}{8 - 2{a_2}^2 - 2{a_3}^2} \tag{51}$$

$$x_L^c = \frac{a_1a_2a_3 - (4 - {a_2}^2)\kappa_L\gamma^c + (4 - {a_2}^2 - 2a_3)\kappa_m\gamma^c + (2 - a_2)a_3\kappa_S\gamma^c}{8 - 2{a_2}^2 - 2{a_3}^2} \tag{52}$$

Weil c auch im Segment L ein Angebot macht, reduziert er seine Angebote von x_S^c und x_M^c. Gleichzeitig bringt er aber eine positive Menge x_L^c aus. In Summe ist sein Angebot über die drei Segmente größer, als wenn er nur in S oder nur in S und M aktiv wäre:

$$D_S + D_M + D_L = \frac{\begin{array}{c} a_1(4 - {a_3}^2) - (4 - 2a_2 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^c \\ -a_2(2 - a_3)\kappa_m\gamma^c - a_2a_3\kappa_L\gamma^c \end{array}}{8 - 2{a_2}^2 - 2{a_3}^2} \tag{53}$$

Es ergeben sich die folgenden Preise und Gewinne:

$$p_S = \frac{a_1(4 - 2{a_2}^2 - {a_3}^2) + a_2a_3\kappa_L\gamma^c + a_2(2 - a_3)\kappa_m\gamma^c + (4 - 2a_2 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^c}{8 - 2{a_2}^2 - 2{a_3}^2} \tag{54}$$

$$\Delta p_M = \frac{\begin{array}{c} a_1a_2(2 - {a_3}^2) + (2 - {a_2}^2)(a_3\kappa_L\gamma^c + (2 - a_3)\kappa_m\gamma^c) \\ -(4 + a_2(2 - 2a_2 - {a_3}^2))\kappa_S\gamma^c \end{array}}{8 - 2{a_2}^2 - 2{a_3}^2} \tag{55}$$

$$\Delta p_L = \frac{\begin{array}{c} a_1a_2a_3 - (4 - {a_2}^2 + 2a_3 - 2{a_3}^2)\kappa_m\gamma^c + (2 - a_2)a_3\kappa_S\gamma^c \\ +(4 - {a_2}^2 - 2{a_3}^2)\kappa_L\gamma^c \end{array}}{8 - 2{a_2}^2 - 2{a_3}^2} \tag{56}$$

$$\overline{\Pi}^c = p_S x_S^c + (p_S + \Delta p_M)x_M^c + (p_S + \Delta p_M + \Delta p_L)x_L^c \tag{57}$$

Für das numerische Beispiel bedeutet dies folgendes:

Tabelle 9: **Marktgleichgewicht bei alleiniger Glasfaserinfrastruktur**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	47,8 / 13,4 / 2,1
$D_S + D_M + D_L$	52,2
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	39,5 (- / - / 39,5)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	11,6 (- / - / 11,6)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	1,1 (- / - / 1,1)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	- / - / 2.549
Marktanteile a / b / c	- / - / 100%

Im Vergleich mit b in Unterabschnitt 3.3.2.2 verändern sich wieder zwei Sachverhalte: (i) Zum einen hat c niedrigere Kosten für den Aufbau von Kapazitäten als b. Dadurch ergibt sich eine Steigerung des Gewinns von 337. (ii) Zum anderen erzielt c auch im Segment L eine positive Marge. Bei den angenommenen Parametern für a_2, κ_L und insbesondere a_3 ist dieser allerdings mit +1 relativ gering – die ausgebrachte Menge im Segment L ist ebenfalls relativ klein.

3.3.2.4 Vergleich der Gleichgewichte bei alleiniger Infrastruktur

Beim Vergleich der Monopolszenarien werden unterschiedliche Sachverhalte deutlich:

(1) Mit Nutzung eines zusätzlichen, darüberliegenden Marktsegments sinken die Preise in den Segmenten darunter. Gleichzeitig kommt es zu einer Ausweitung der Gesamtmenge, die im Markt angeboten wird.

(2) Mit den gewählten Parametern spielen die Kosten für den Aufbau von Kapazitäten für den Gewinn der Anbieter eine mindestens ähnlich wichtige Rolle wie das Angebot von Tarifen in zusätzlichen Segmenten.

(3) Mit den gesetzten Parametern für a_2 und a_3 spielt das Segment L nur eine periphere Rolle in der Monopolkonstellation. Je höher die beiden Parameter allerdings gesetzt werden, desto bedeutender wird die Rolle von L – und desto höher ist auch der Gewinn, den der Anbieter erzielt, der in diesem Segment aktiv ist.

Tabelle 10: **Marktgleichgewichte bei alleiniger Infrastruktur im Vergleich**			
Variable	Alleinige VDSL-Infrastruktur	Alleinige Kabelinfrastruktur	Alleinige Glasfaserinfrastruktur
p_S / Δp_M / Δp_L	52,0 / - / -	51,5 / 14,1 / -	47,8 / 13,4 / 2,1
$D_S + D_M + D_L$	48,0	48,5	52,2
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	48,0 (48,0 / - / -)	38,4 (- / 38,4 / -)	39,5 (- / - / 39,5)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	- (- / - / -)	10,1 (- / 10,1 / -)	11,6 (- / - / 11,6)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	- (- / - / -)	- (- / - / -)	1,1 (- / - / 1,1)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	2.304 / - / -	- / 2.212 / -	- / - / 2.549
Marktanteile a / b / c	100% / - / -	- / 100% / -	- / - / 100%

3.3.3 Gleichgewichte bei mehr als einer Infrastruktur

3.3.3.1 Marktgleichgewicht bei VDSL- und Kabelinfrastruktur

Es soll jetzt angenommen werden, dass in einer Region jeweils zwei Netzbetreiber mit ihren Infrastrukturen präsent sind. Gestartet wird mit einem Gebiet, in dem sowohl der VDSL-Anbieter als auch der Kabelanbieter präsent sind. Im Zusammenspiel ihrer Reaktionsfunktionen ergeben sich im Gleichgewicht folgende Mengen für x_S^a, x_S^b und x_M^b:

$$x_S^a = \frac{(2 - {a_2}^2)\, a_1 - (4 - {a_2}^2)\kappa_S \gamma^a + (2 - a_2)\kappa_S \gamma^b + a_2 \kappa_M \gamma^b}{6 - {a_2}^2} \tag{58}$$

$$x_S^b = \frac{(2 - 2a_2 + {a_2}^2)a_1 + (2 + a_2 - {a_2}^2)\kappa_S \gamma^a - (7 - 3a_2)\kappa_S \gamma^b + (3 - 2a_2)\kappa_M \gamma^b}{6 - {a_2}^2} \tag{59}$$

$$x_M^b = \frac{2a_1 a_2 + (3 - a_2)\kappa_S \gamma^b - 3\kappa_M \gamma^b - a_2 \kappa_S \gamma^a}{6 - {a_2}^2} \tag{60}$$

Je günstiger die Kostenstruktur von a ist, desto weniger Absatz erfolgt im Segment M, desto geringer ist folglich x_M^b.

Es ergeben sich folgende Gesamtmengen:

$$D_S = x_S^a + x_S^b = \frac{(4 - 2a_2)a_1 - (2 - a_2)\kappa_S \gamma^a - (5 - 2a_2)\kappa_S \gamma^b + (3 - a_2)\kappa_M \gamma^b}{6 - {a_2}^2} \tag{61}$$

$$D_S + D_M = D_S + x_M^b = \frac{4a_1 - 2\kappa_S \gamma^a - (2 - a_2)\kappa_S \gamma^b - a_2 \kappa_M \gamma^b}{6 - {a_2}^2} \tag{62}$$

Wenig überraschend ergeben sich höhere Gesamtmengen als im jeweiligen Monopolszenario. Es gilt auch hier: Je höher die Kapazitätskosten aufgrund von κ_S, κ_M, γ^a und γ^b ausfallen,

desto niedriger fällt die insgesamt abgesetzte Menge aus. Im zulässigen Bereich[162] gilt auch für a_2, dass, je höher dieser Parameter ausfällt, desto höher auch die insgesamt ausgebrachte Menge ist.

Auch die Preise sind niedriger als in den Monopolszenarien:

$$p_S = \frac{(2 - {a_2}^2)a_1 + a_2\kappa_M\gamma^b + (2 - a_2)\kappa_S\gamma^b + 2\kappa_S\gamma^a}{6 - {a_2}^2} \tag{63}$$

$$\Delta p_M = \frac{2a_1a_2 + (3 - {a_2}^2)\kappa_M\gamma^b - (3 + a_2 - {a_2}^2)\kappa_S\gamma^b - a_2\kappa_S\gamma^a}{6 - {a_2}^2} \tag{64}$$

Die Kostenstruktur von a wirkt sich nicht nur auf den Preis p_S, sondern auch auf den Preis Δp_M aus. Je günstiger seine Kostenstruktur ist, desto niedriger fällt auch dieser Preis aus.

Die Gewinne, die die beiden Anbieter erzielen, ergeben sich wie folgt:

$$\overline{\Pi}^a = p_S x_S^a \tag{65}$$

$$\overline{\Pi}^b = p_S x_S^b + (p_S + \Delta p_M) x_M^b \tag{66}$$

Offensichtlich ist: Bei niedrigeren Preisen als im Monopolfall und bei kleineren Mengen je Anbieter sind auch die Gewinne, die jeder Anbieter erzielt, niedriger.

Für das numerische Beispiel bedeutet dies konkret folgendes:

Tabelle 11: **Marktgleichgewicht bei VDSL- und Kabelinfrastruktur**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	35,0 / 18,3 / -
$D_S + D_M + D_L$	65,0
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	50,8 (31 / 19,8 / -)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	14,3 (- / 14,3 / -)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	- (- / - / -)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	958 / 1.122 / -
Marktanteile a / b / c	48% / 52% / -

Der Preis p_S liegt erheblich niedriger als in den Monopolszenarien. Δp_M dagegen liegt höher als im Monopolszenario der Kabelinfrastruktur wie in Unterabschnitt 3.3.2.2 beschrieben. Die abgesetzten Mengen sind erheblich höher als in den Monopolszenarien. In Summe erzielen die beiden Anbieter allerdings einen um 223 geringeren Gewinn als a als Monopolist erzielt

[162] Dieser wird hier beschränkt durch Gleichung (60) bei der für einen gültigen Wert ≥ 0 gelten muss: $a_2 \geq \frac{3(\kappa_M - \kappa_S)\,\gamma^b}{2a_1 - \kappa_S\gamma^b - \kappa_S\gamma^a}$.

hätte. Bezogen auf die einzelnen Anbieter schrumpfen die Gewinne in diesem Szenario noch erheblicher gegenüber dem jeweiligen Monopol: Der Gewinn von a schrumpft um 1.346 gegenüber dem Monopol des VDSL-Netzes, der Gewinn von b um 1.090 gegenüber dem Kabelmonopol.

Hier wird allerdings auch deutlich, welchen Wert es für b hat, ein zusätzliches Angebot im Segment M machen zu können. Wäre dies nicht der Fall, wäre sein Gewinneinbruch noch größer: Dann würde er nur noch einen Gewinn von 860 erzielen und damit eine Gewinnreduktion von 1.352 erfahren. Die Möglichkeit im Segment M einen Tarif anzubieten ist folglich im Wettbewerb erheblich wertvoller als im Monopol. Dies entspricht folgender Intuition: Während im Segment S jetzt Wettbewerb herrscht, ist dies im Segment M nicht der Fall. Hier hat b weiterhin eine größere Marktmacht. Er kann sich entscheiden, entweder mit einem hohen Preis die Zahlungsbereitschaft möglichst weitgehend abzuschöpfen oder durch einen niedrigen Preis möglichst viele Endkunden aus dem umkämpften Segment S in dieses nicht umkämpfte Segment zu locken. Diese Setzung obliegt allein dem Optimierungskalkül von b.

3.3.3.2 Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur

Nun soll angenommen werden, dass neben der VDSL- eine parallele Glasfaser-, aber keine Kabelinfrastruktur besteht. Zunächst soll außerdem die in Unterabschnitt 3.2.4 beschriebene erste Stufe des dreistufigen Modells unberücksichtigt bleiben. Es ergeben sich dann die folgenden Mengen:

$$x_S^a = \frac{\begin{array}{c}(4-2{a_2}^2-{a_3}^2)a_1-2(4-{a_2}^2-{a_3}^2)\kappa_S\gamma^a\\ +(4-2a_2-{a_3}^2)\kappa_S\gamma^c+a_2a_3\kappa_L\gamma^c+a_2(2-a_3)\kappa_M\gamma^c\end{array}}{12-2{a_2}^2-3{a_3}^2} \tag{67}$$

$$x_S^c = \frac{\begin{array}{c}(4-4a_2+2{a_2}^2-{a_3}^2)a_1-2(7-3a_2-{a_3}^2)\kappa_S\gamma^c\\ +(4+2a_2-2{a_2}^2-{a_3}^2)\kappa_S\gamma^a+(3-2a_2)*(2-a_3)\kappa_M\gamma^c\\ +(3-2a_2)a_3\kappa_L\gamma^c\end{array}}{12-2{a_2}^2-3{a_3}^2} \tag{68}$$

$$x_M^c = \frac{\begin{array}{c}2a_1a_2(2-a_3)-(12-{a_2}^2-6a_3)\kappa_M\gamma^c\\ -a_2(2-a_3)\kappa_S\gamma^a+(6-a_2(2-a_3)-3a_3)\kappa_S\gamma^c\\ +(6-{a_2}^2-3a_3)\kappa_L\gamma^c\end{array}}{12-2{a_2}^2-3{a_3}^2} \tag{69}$$

$$x_L^c = \frac{\begin{array}{c}2a_1a_2a_3-(6-{a_2}^2)\kappa_L\gamma^c\\ -a_2a_3\kappa_S\gamma^a+(3-a_2)a_3\kappa_S\gamma^c\\ +(6-{a_2}^2-3a_3)\kappa_M\gamma^c\end{array}}{12-2{a_2}^2-3{a_3}^2} \tag{70}$$

Auch hier gilt wieder, dass die Kostenstruktur von a auch in den Segmenten Einfluss auf die Mengen von c hat, in denen a gar nicht selbst aktiv ist: Je günstiger a produziert, desto

niedriger fallen x_M^c und x_L^c aus. Auch dies liegt wieder daran, dass die dort erzielbaren Preisaufschläge Δp_M und Δp_L geringer ausfallen, wenn a günstig produziert:

$$p_S = \frac{\begin{matrix} a_1(4 - 2{a_2}^2 - {a_3}^2) + (4 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^a + (4 - 2a_2 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^c \\ +a_2(2 - a_3)\kappa_M\gamma^c + a_2a_3\kappa_L\gamma^c \end{matrix}}{12 - 2{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{71}$$

$$\Delta p_M = \frac{\begin{matrix} 2a_1a_2(2 - {a_3}^2) - a_2(2 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^a - (6 + (2 - 2a_2 - {a_3}^2)a_2)\kappa_S\gamma^c \\ +(3 - {a_2}^2)(2 - a_3)\kappa_M\gamma^c + (3 - {a_2}^2)a_3\kappa_L\gamma^c \end{matrix}}{12 - 2{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{72}$$

$$\Delta p_L = \frac{\begin{matrix} 2a_1a_2a_3 - a_2a_3\kappa_S\gamma^a + (3 - a_2)a_3\kappa_S\gamma^c - (6 - {a_2}^2 + 3a_3 - 3{a_3}^2)\kappa_M\gamma^c \\ +(6 - {a_2}^2 - 3{a_3}^2)\kappa_L\gamma^c \end{matrix}}{12 - 2{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{73}$$

Die Gesamtmenge in dieser Konstellation ergibt sich wie folgt:

$$D_S + D_M + D_L = \frac{\begin{matrix} 2a_1(4 - {a_3}^2) - (4 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^a - (4 - 2a_2 - {a_3}^2)\kappa_S\gamma^c \\ -a_2(2 - a_3)\kappa_M\gamma^c - a_2a_3\kappa_L\gamma^c \end{matrix}}{12 - 2{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{74}$$

Auch in dieser Konstellation wirken sich Erhöhungen der Kapazitätsbedarfe und -kosten κ_S, κ_M, γ^a und γ^b mindernd auf die Gesamtmenge aus, während sich höhere Bandbreiteneigungen a_2 und a_3 – im zulässigen Wertebereich für diese Parameter – steigernd auf die Gesamtmenge auswirken.

Für das numerische Beispiel bedeutet dies folgendes:

Tabelle 12: **Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	32,6 / 17,2 / 2,6
$D_S + D_M + D_L$	67,4
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	50,9 (28,6 / - / 22,3)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	15,0 (- / - / 15,0)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	1,6 (- / - / 1,6)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	817 / - / 1.458
Marktanteile a / b / c	42% / - / 58%

Gegenüber dem Szenario mit VDSL- und Kabelnetz aus Unterabschnitt 3.3.3.1 hat die Glasfaserinfrastruktur zwei Vorteile: (i) Die niedrigeren Kosten für das Schaffen von Kapazitäten und (ii) die Möglichkeit, zusätzlich im Segment L Produkte anzubieten. Im Ergebnis ergeben sich niedrigere Preise p_S und Δp_M als beim Wettbewerb zwischen VDSL- und Kabelnetz. Ebenso werden in beiden Segmenten höhere Mengen ausgebracht – zusätzlich zu der jetzt

ausgebrachten Menge im Segment L. Aufgrund der günstigeren Kostenstruktur erzielt c einen erheblich höheren Gewinn als b im vorherigen Unterabschnitt. Insgesamt liegen die Marktanteile mit 42 und 58 Prozent aber bei den gesetzten Parametern für a_2 und a_3 noch nicht allzu weit auseinander.

3.3.3.3 Marktgleichgewicht bei Kabel- und Glasfaserinfrastruktur

Es soll jetzt eine Region betrachtet werden, in der neben einem Kabel- eine Glasfaserinfrastruktur besteht. Die Markteintrittsentscheidung des Glasfasernetzbetreibers bleibt zunächst wieder unberücksichtigt. Es ergeben sich folgende Preise:[163]

$$p_S = \frac{\begin{array}{c} a_1(6 - 4{a_2}^2 - {a_3}^2) + (6 - 2a_2 - {a_3}^2)(\kappa_S\gamma^c + \kappa_S\gamma^b) \\ +2a_2\kappa_M\,\gamma^b + a_2(2 - a_3)\kappa_M\,\gamma^c + a_2a_3\kappa_L\gamma^c \end{array}}{18 - 4{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{75}$$

$$\Delta p_M = \frac{\begin{array}{c} 2a_1a_2(2 - {a_3}^2) + (6 - 2{a_2}^2)\kappa_M\,\gamma^b + (3 - {a_2}^2)(2 - a_3)\kappa_M\,\gamma^c \\ -\big(6 - 2{a_2}^2 + a_2(2 - {a_3}^2)\big)(\kappa_S\gamma^c + \kappa_S\gamma^b) + (3 - {a_2}^2)a_3\kappa_L\gamma^c \end{array}}{18 - 4{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{76}$$

$$\Delta p_L = \frac{\begin{array}{c} 4a_1a_2a_3 + (3 - 2a_2)a_3(\kappa_S\gamma^c + \kappa_S\gamma^b) - 3a_3\kappa_M\,\gamma^b \\ -(9 - 2{a_2}^2 + 3a_3 - 3{a_3}^2)\kappa_M\,\gamma^c + (9 - 2{a_2}^2 - 3{a_3}^2)\kappa_L\,\gamma^c \end{array}}{18 - 4{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{77}$$

Die Gesamtmenge in dieser Konstellation ergibt sich wie folgt:

$$D_S + D_M + D_L = \frac{\begin{array}{c} 2a_1(6 - {a_3}^2) - (6 - 2a_2 - {a_3}^2)(\kappa_S\gamma^c + \kappa_S\gamma^b) - 2a_2\kappa_M\,\gamma^b \\ -a_2(2 - a_3)\kappa_M\,\gamma^c - a_2a_3\kappa_L\gamma^c \end{array}}{18 - 4{a_2}^2 - 3{a_3}^2} \tag{78}$$

Für das numerische Beispiel bedeutet dies folgendes:

Tabelle 13: **Marktgleichgewicht bei Kabel- und Glasfaserinfrastruktur**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	33,2 / 12,6 / 3,1
$D_S + D_M + D_L$	66,8
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	46,0 (- / 20,9 / 25,1)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	18,7 (- / 8,6 / 10,1)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	2,1 (- / - / 2,1)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	- / 818 / 1.309
Marktanteile a / b / c	- / 44% / 56%

Hier besteht nun Wettbewerb sowohl im Segment S als auch im Segment M. Entsprechend ergibt sich auch im Segment M ein niedrigerer Preisaufschlag Δp_M als in den Regionen, in

[163] Auf die Formeln für die Einzelmengen soll ab hier verzichtet werden.

denen entweder b oder c in diesem Segment der einzige Anbieter ist. Die Menge in diesem Segment ist ebenfalls höher. Auch in diesem Szenario erzielt c aufgrund der günstigeren Kostenstruktur und der zusätzlichen Möglichkeit, im Segment L ein Angebot zu unterbreiten, einen höheren Gewinn als sein Konkurrent. Allerdings ist der Gewinn um 149 niedriger, als wenn c mit einem VDSL-Netz in Konkurrenz stünde.

3.3.3.4 Marktgleichgewicht bei VDSL-, Kabel- und Glasfaserinfrastruktur

Zuletzt soll nun eine Region betrachtet werden, in der alle drei Infrastrukturen, also das VDSL-, das Kabel- und das Glasfasernetz, existieren. Die Markteintrittsentscheidung des Glasfasernetzbetreibers bleibt zunächst wieder unberücksichtigt. Es ergeben sich folgende Mengen und Preise:

$$p_S = \frac{\begin{array}{c} a_1(6-4{a_2}^2-{a_3}^2)+(6-{a_3}^2)\kappa_S\gamma^a+(6-2a_2-{a_3}^2)(\kappa_S\gamma^c+\kappa_S\gamma^b) \\ +2a_2\kappa_M\,\gamma^b+a_2(2-a_3)\kappa_M\,\gamma^c+a_2a_3\kappa_L\gamma^c \end{array}}{24-4{a_2}^2-4{a_3}^2} \tag{79}$$

$$\Delta p_M = \frac{\begin{array}{c} 3a_1a_2(2-{a_3}^2)-a_2(2-{a_3}^2)\kappa_S\gamma^a \\ -\left(8-2{a_2}^2+a_2(2-{a_3}^2)\right)(\kappa_S\gamma^c+\kappa_S\gamma^b) \\ +(8-2{a_2}^2)\kappa_M\,\gamma^b+(4-{a_2}^2)(2-a_3)\kappa_M\,\gamma^c \\ +(4-{a_2}^2)a_3\kappa_L\gamma^c \end{array}}{24-4{a_2}^2-4{a_3}^2} \tag{80}$$

$$\Delta p_L = \frac{\begin{array}{c} 6a_1a_2a_3-2a_2a_3\kappa_S\gamma^a+(4-2a_2)a_3(\kappa_S\gamma^c+\kappa_S\gamma^b)-4a_3\kappa_M\,\gamma^b \\ -(12-2{a_2}^2+4a_3-4{a_3}^2)\kappa_M\,\gamma^c+(12-2{a_2}^2-4{a_3}^2)\kappa_L\,\gamma^c \end{array}}{24-4{a_2}^2-4{a_3}^2} \tag{81}$$

Die Gesamtmenge in dieser Konstellation ergibt sich wie folgt:

$$D_S+D_M+D_L = \frac{\begin{array}{c} 3a_1(6-{a_3}^2)-(6-{a_3}^2)\kappa_S\gamma^a-(6-2a_2-{a_3}^2)(\kappa_S\gamma^c+\kappa_S\gamma^b) \\ -2a_2\kappa_M\,\gamma^b-a_2(2-a_3)\kappa_M\,\gamma^c-a_2a_3\kappa_L\gamma^c \end{array}}{24-4{a_2}^2-4{a_3}^2} \tag{82}$$

Für das numerische Beispiel bedeutet dies Folgendes:

Tabelle 14: **Marktgleichgewicht bei VDSL-, Kabel- und Glasfaserinfrastruktur**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	25,6 / 13,9 / 3,4
$D_S + D_M + D_L$	74,4
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	51,1 (21,6 / 12,6 / 16,8)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	20,9 (- / 9,9 / 11,1)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	2,4 (- / - / 2,4)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	466 / 493 / 894
Marktanteile a / b / c	29% / 30% / 41%

Es ergeben sich noch einmal deutlich niedrigere Preise als in den Szenarien mit zwei Infrastrukturen. Gleichzeitig werden höhere Kapazitäten geschaffen beziehungsweise Mengen angeboten, wobei die Preisreduktion im Segment *S* am größten ist, wo jetzt drei Infrastrukturen konkurrieren.

Die Gewinne der drei Unternehmen sind noch einmal erheblich niedriger als in Regionen, in denen nur zwei Infrastrukturen im Wettbewerb stehen. Der Glasfasernetzbetreiber *c* verliert noch einmal 415 an Gewinn gegenüber der Situation, in der er nur mit dem Kabelnetz im Wettbewerb steht. Auch nach Marktanteilen ist *c* zwar der größte Anbieter, kann aber im Wettbewerb mit zwei Infrastrukturen nur rund 41 Prozent des Marktes auf sich vereinen. Dies geht aber im Wesentlichen auf seine günstigere Kostenstruktur zurück. Mit der Möglichkeit, im Segment *L* als einziger Anbieter ein zusätzliches Angebot zu machen, erzielt er fast keinen zusätzlichen Gewinn (+12).

3.3.3.5 Vergleich der Gleichgewichte bei mehr als einer Infrastruktur

Vergleicht man die Marktgleichgewichte in den verschiedenen Konstellationen mit mehr als einer Infrastruktur in Konkurrenz ergibt sich das folgende Bild:

Tabelle 15: **Marktgleichgewichte bei mehr als einer Infrastruktur im Vergleich**

Variable	VDSL- und Kabelinfrastruktur	VDSL- und Glasfaserinfrastruktur	Kabel- und Glasfaserinfrastruktur	VDSL-, Kabel- und Glasfaserinfrastruktur
p_S / Δp_M / Δp_L	35,0 / 18,3 / -	32,6 / 17,2 / 2,6	33,2 / 12,6 / 3,1	25,6 / 13,9 / 3,4
$D_S + D_M + D_L$	65,0	67,4	66,8	74,4
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	50,8 (31 / 19,8 / -)	50,9 (28,6 / - / 22,3)	46,0 (- / 20,9 / 25,1)	51,1 (21,6 / 12,6 / 16,8)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	14,3 (- / 14,3 / -)	15,0 (- / - / 15,0)	18,7 (- / 8,6 / 10,1)	20,9 (- / 9,9 / 11,1)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	- (- / - / -)	1,6 (- / - / 1,6)	2,1 (- / - / 2,1)	2,4 (- / - / 2,4)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	958 / 1.122 / -	817 / - / 1.458	- / 818 / 1.309	466 / 493 / 894
$\Sigma\overline{\Pi}$	2.080	2.275	2.127	1.853
Marktanteile *a* / *b* / *c*	48% / 52% / -	42% / - / 58%	- / 44% / 56%	29% / 30% / 41%

Je mehr unterschiedliche Anbieter in einem Gebiet aktiv sind, desto geringer fällt der summierte Gewinn $\Sigma\overline{\Pi}$ aus, den sie gemeinsam erzielen. Gleichzeitig verteilt sich der Gewinn auf mehr Anbieter, so dass bei Wettbewerb zwischen drei Infrastrukturen sich für die Glasfaserinfrastruktur nur noch ein Gewinn ergibt, der um 1.655 unterhalb des Gewinns liegt, den *c* als Monopolist erzielen würde, und um 564 unterhalb des Gewinns, den *c* erzielen würde, wenn

neben dem Glasfasernetz nur ein VDSL-Netz existieren würde. In allen Szenarien bietet c im Segment L nur geringe Mengen bei geringen Preisaufschlägen an. Dass er in diesem Segment exklusiv aktiv ist, verschafft ihm dementsprechend keinen großen Vorteil und beeinflusst seine Gewinne nur unerheblich.

Auch die Gewinne, die mit den anderen Infrastrukturen erzielt werden, schrumpfen mit der Zahl der konkurrierenden Netze. So halbiert sich der Gewinn, den a erzielt, er reduziert sich um 492 auf 466, wenn neben einer konkurrierenden Kabelinfrastruktur auch noch ein Glasfasernetz errichtet wird. Der Kabelnetzbetreiber verliert in diesem Szenario ebenfalls mit Errichtung des Glasfasernetzes erheblich mit einem Verlust von 622 auf einen verbleibenden Gewinn von 493.

3.3.4 Mehrere parallele Glasfasernetze

Zumindest theoretisch ist es denkbar, dass auch mehrere parallele Glasfasernetze von unterschiedlichen Anbietern errichtet werden, die miteinander in den Wettbewerb treten.

Dies bedeutet, dass gegenüber dem Ausgangsmodell nun ein neues Unternehmen, das mit d bezeichnet werden soll, in den Wettbewerb eintritt. Die Reaktionsfunktionen der Anbieter aus 3.2.3.3 haben dann entsprechend auch die Kapazitäten zu berücksichtigen, die d aufbaut. Dies gilt insbesondere für die Formeln von c, die identisch mit denen von d sind:

$$x_S^c = \frac{a_1 - \gamma^c \kappa_S - \sum\sum x_B^{i\,\neg x_S^c \neg x_M^c \neg x_L^c}}{2} - \frac{2 - a_2}{2} * (x_M^c + x_L^c) \tag{83}$$

$$x_M^c = \frac{a_1 - \gamma^c \kappa_M - (1 - a_2)\sum x_S^{i\,\neg x_S^c}}{(4 - 2a_2)} - \frac{1}{2}\left(\sum x_M^{i\,\neg x_M^c} + \sum x_L^{i\,\neg x_L^c}\right) - \frac{1}{2}x_S^c - \frac{4 - 2a_2 - a_3}{(4 - 2a_2)}x_L^c \tag{84}$$

$$\begin{aligned} x_L^c = {} & \frac{a_1 - \gamma^c \kappa_L - (1 - a_2)\sum x_S^{i\,\neg x_S^c} - (2 - a_2 - a_3)\sum x_M^{i\,\neg x_M^c}}{2(3 - a_2 - a_3)} - \frac{1}{2}\sum x_L^{i\,\neg x_L^c} \\ & - \frac{2 - a_2}{2(3 - a_2 - a_3)}x_S^c - \frac{4 - 2a_2 - a_3}{2(3 - a_2 - a_3)}x_M^c \end{aligned} \tag{85}$$

Da c und d im Gleichgewicht identische Mengen in den Segmenten S, M und L ausbringen, wird schon aus diesen Formeln klar, wenn sie nach $x_L^c = \sum x_L^{i\,\neg x_L^c}$ bei zwei parallelen Glasfasernetzen aufgelöst werden, dass sich insgesamt höhere Mengen bei gleichzeitig einer geringeren Menge je Anbieter ergeben. Dies bedeutet sowohl auf der Preisseite als auch auf der Mengenseite eine Gewinnreduktion der Glasfasernetzbetreiber. Es herrscht jetzt noch intensiverer Wettbewerb in allen drei Segmenten.

Im numerischen Beispiel verringern sich die Gewinne in den Marktgleichgewichten bei zwei Glasfaserinfrastrukturen entsprechend:

Tabelle 16: **Marktgleichgewichte bei zwei parallelen Glasfaserinfrastrukturen**				
Variable	VDSL- & zwei Glasfaserinfra-strukturen	Kabel- & zwei Glasfaserinfra-strukturen	VDSL-, Kabel- & zwei Glasfa-serinfrastruk-turen	Zwei Glasfaser-infrastrukturen
p_S / Δp_M / Δp_L	23,9 / 13,1 / 2,8	24,6 / 10,7 / 2,9	20,3 / 11,2 / 3,1	30,9 / 11,9 / 2,6
$D_S + D_M + D_L$	76,1	75,4	79,7	69,1
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c / x_S^d)	51,1 (19,9 / - / 15,6 / 15,6)	48,4 (- / 13,3 / 17,5 / 17,5)	51 (16,3 / 8,7 / 13,0 / 13,0)	46,5 (- / - / 23,2 / 23,2)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c / x_M^d)	21,5 (- / - / 10,8 / 10,8)	23,2 (- / 6,7 / 8,2 / 8,2)	24,5 (- / 7,2 / 8,7 / 8,7)	19,5 (- / - / 9,8 / 9,8)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c / x_L^d)	3,5 (- / - / 1,7 / 1,7)	3,8 (- / - / 1,9 / 1,9)	4,1 (- / - / 2,1 / 2,1)	3,1 (- / - / 1,6 / 1,6)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$ / $\overline{\Pi}^d$	395 / - / 769 / 769	- / 377 / 729 / 729	267 / 248 / 548 / 548	- / - / 1.124 / 1.124
$\Sigma\overline{\Pi}$	1.933	1.835	1.611	2.248
Marktanteile a / b / c / d	26% / - / 37% / 37%	- / 26% / 37% / 37%	21% / 20% / 30% / 30%	- / - / 50% / 50%

Die Gewinne, die jeder Glasfasernetzbetreiber, also c oder d, erzielt, sind signifikant niedriger als die, die bei nur einem Glasfasernetz in einer Region erzielt werden. Bei einem parallelen VDSL-Netz schrumpft der Gewinn um 47 Prozent (-689), bei einem parallelen Kabelnetz um 44 Prozent (-580). Existieren sowohl VDSL- als auch Kabelnetz, ist der Verlust ebenfalls groß, er liegt durch das zweite Glasfasernetz bei 39 Prozent (-346). Existieren zwei Glasfasernetze statt nur einem, liegt der Verlust bei 56 Prozent (-1.425).

3.4 Dynamische & regulatorische Effekte

3.4.1 Gleichgewichte bei stärkerer Bandbreitenneigung

Einige Umstände verändern sich, wenn von der bisher statischen Sicht zu einer dynamischeren Betrachtung übergegangen wird. Drei davon sollen im Nachfolgenden näher betrachtet werden: (i) Zum einen Kapazitäten, die bereits historisch existieren, also in Vorperioden mit womöglich anderen Marktkonstellationen errichtet worden sind. (ii) Zum anderen die sprunghaften Anpassungen von Kapazitäten zu einem bestimmten Zeitpunkt und deren Folgen für die Marktergebnisse. Begonnen wird damit, wie (iii) sich das Marktgleichgewicht im Zeitverlauf verändert, wenn die Bandbreitenneigung der Endkunden sich weiterentwickelt.

Wie in Unterabschnitt 2.2.2.2 beschrieben, wird über die Zeit die Nachfrage und Zahlungsbereitschaft für höhere Bandbreiten steigen. In der Modellierung dieses Kapitels bedeutet dies, dass über die Zeit a_2 und a_3 steigen. Unterstellt man im numerischen Beispiel, dass diese zu einem Zeitpunkt nicht mehr bei $a_2 = 0{,}5$ und $a_3 = 0{,}25$ liegen, sondern über die Zeit gestiegen sind auf $a_2 = 0{,}75$ und $a_3 = 0{,}5$, verbessert sich der Gewinn, der von c über die Zeit erzielt wird.[164] Im Fall einer konkurrierenden VDSL-Infrastruktur gilt dann:

Tabelle 17: **Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur bei starker Bandbreitenneigung**		
Variable	$a_2 = 0{,}5$ und $a_3 = 0{,}25$	$a_2 = 0{,}75$ und $a_3 = 0{,}5$
p_S / Δp_M / Δp_L	32,6 / 17,2 / 2,6	28,3 / 25,8 / 7,5
$D_S + D_M + D_L$	67,4	71,7
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	50,9 (28,6 / - / 22,3)	43,7 (24,3 / - / 19,3)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	15,0 (- / - / 15,0)	21,5 (- / - / 21,5)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	1,6 (- / - / 1,6)	6,5 (- / - / 6,5)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	817 / - / 1.458	592 / - / 1.982
Marktanteile a / b / c	42% / - / 58%	34% / - / 66%

c erzielt nun erheblich höhere Gewinne als bei schwächerer Bandbreitenneigung (+524). Auch die Marktanteile verschieben sich deutlich stärker in Richtung von c und erwartungsgemäß sind auch die Mengen in den Segmenten M und L erheblich höher.

Besteht neben der Glasfaser- eine Kabelinfrastruktur, gilt:

Tabelle 18: **Marktgleichgewicht bei Kabel- und Glasfaserinfrastruktur bei starker Bandbreitenneigung**		
Variable	$a_2 = 0{,}5$ und $a_3 = 0{,}25$	$a_2 = 0{,}75$ und $a_3 = 0{,}5$
p_S / Δp_M / Δp_L	33,2 / 12,6 / 3,1	27,7 / 18,3 / 9,5
$D_S + D_M + D_L$	66,8	72,3
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	46,0 (- / 20,9 / 25,1)	36,4 (- / 16,1 / 20,3)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	18,7 (- / 8,6 / 10,1)	27,4 (- / 14,3 / 13,1)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	2,1 (- / - / 2,1)	8,5 (- / - / 8,5)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	- / 818 / 1.309	- / 805 / 1.521
Marktanteile a / b / c	- / 44% / 56%	- / 42% / 58%

[164] Mit diesen Parametersetzungen würde im Ergebnis über 10 Prozent der Nachfrage im Segment L liegen. Das scheint aus heutiger Sicht noch weit entfernt.

Auch hier gilt, dass c einen höheren Gewinn erzielt, die Steigerung ist allerdings mit +212 erheblich geringer, als wenn parallel nur ein VDSL-Netz besteht. Der Marktanteilsgewinn von c ist nur minimal. Zwar ist die Menge im Segment M jetzt erheblich größer, doch hier ist b trotz höherer Kosten weiter wettbewerbsfähig.

Besteht neben dem Glasfasernetz sowohl ein VDSL- als auch ein Kabelnetz, ergibt sich folgendes Marktgleichgewicht:

Tabelle 19: **Marktgleichgewicht bei VDSL-, Kabel- und Glasfaserinfrastruktur bei starker Bandbreitenneigung**		
Variable	$a_2 = 0{,}5$ und $a_3 = 0{,}25$	$a_2 = 0{,}75$ und $a_3 = 0{,}5$
p_S / Δp_M / Δp_L	25,6 / 13,9 / 3,4	21,1 / 19,8 / 10,3
$D_S + D_M + D_L$	74,4	78,9
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	51,1 (21,6 / 12,6 / 16,8)	39,5 (17,1 / 9,2 / 13,3)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	20,9 (- / 9,9 / 11,1)	30,0 (- / 15,8 / 14,2)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	2,4 (- / - / 2,4)	9,3 (- / - / 9,3)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	466 / 493 / 894	293 / 579 / 1.232
Marktanteile a / b / c	29% / 30% / 41%	22% / 32% / 47%

Auch in diesem Fall führt die stärkere Bandbreitenneigung dazu, dass c höhere Gewinne erzielt (+338) und seinen Marktanteil ausweitet (+6 Prozentpunkte). Beides geschieht im Wesentlichen auf Kosten von a, von dem sich die Nachfrage wegverlagert.

Über alle Szenarien gilt: Mit steigender Bandbreitenneigung kommt es zu sinkenden Preisen im Segment S, während gleichzeitig die Preise und Mengen in den Segmenten M und L steigen.

Steigt die Bandbreitenneigung der Endkunden, profitiert davon folglich jenes Unternehmen, das Glasfasernetze ausgebaut hat oder ausbauen möchte. Dieser Effekt ist dann am stärksten, wenn parallel kein Kabelnetz existiert, also c sowohl im Segment M als auch im Segment L der einzige Profiteur der steigenden Nachfrage ist. Existiert ein paralleles Kabelnetz, steigen die Gewinne ebenfalls, aber – wegen des stärkeren Wettbewerbs im Segment M – deutlich weniger stark.

3.4.2 Historisch geschaffene Kapazitäten

3.4.2.1 Grundsätzliche Problematik

Es ist mitnichten so, dass die Kapazitätsentscheidung – wie bisher vereinfachend unterstellt – in jeder Periode von den Anbietern unabhängig von den Kapazitätsentscheidungen der Vorperioden, sozusagen im historienlosen Raum, getroffen werden. Im Gegenteil: Die zuvor getroffenen Kapazitätsentscheidungen beeinflussen die Kapazitätsentscheidungen der aktuellen Periode. Einmal vergrabene Glasfasern in Backbone oder Aggregation, also zuvor geschaffene Kapazitäten, können auch in den Folgeperioden weitergenutzt werden. Auch eine Desinvestition ist an vielen Stellen nicht oder nur unter erheblichen wirtschaftlichen Verlusten möglich.

Gleichzeitig erfahren aber die zuvor geschaffenen Kapazitäten im Zeitverlauf eine Entwertung: Weil die Endkunden – auch bei gleichbleibender maximaler Bandbreite – immer mehr Datenverkehr verursachen, sind Kapazitäten, die in Vorperioden noch ausreichend waren, um eine bestimmte Anzahl an Endkunden anzubinden, dies in den Folgeperioden nicht mehr – sie müssen zwar nicht vollständig neu errichtet, jedoch regelmäßig erweitert werden.[165] Auch erreichen aktive Elemente den Zeitpunkt des End-of-Service (EoS), an dem die Hersteller keinen Service mehr leisten und Ersatzteile immer schwerer zu beschaffen sind, so dass ein Austausch beziehungsweise eine Reinvestition immer zwingender wird.

3.4.2.2 Effekt bei bereits bestehender Kapazität im VDSL-Netz

Was für Folgen ergeben sich aus der Pfadabhängigkeit des Kapazitätsaufbaus und der Entwertung bestehender Kapazitäten über die Zeit? Dies soll einmal beispielhaft durchgespielt werden:

In einer Region sei bisher nur a mit seinem VDSL-Netz präsent. a hat seine Kapazitäten entsprechend dem Monopolszenario in Unterabschnitt 3.3.2.1 aufgebaut. Eine Desinvestition ist nicht möglich, a verfügt also, egal, was danach passiert, mindestens über die Kapazität aus dem Monopolszenario. Steigt jetzt c in diesen regionalen Markt ein, indem er ein Glasfasernetz errichtet, hat er bei seiner Kapazitätsentscheidung die vorgegebene Kapazität von a als gegeben hinzunehmen. Im numerischen Beispiel führt dies zu folgendem Ergebnis, da a vor dem Markteinstieg von c bereits Kapazitäten von 48,0 aufgebaut hat:[166]

[165] Sie hierzu auch Unterabschnitt 2.2.4.1.

[166] Strenggenommen handelt es sich bei den hier beschriebenen Mengen nicht mehr automatisch um ein Gleichgewicht, da die Kapazitäten jetzt nicht mehr endogen sind. Vielmehr sind die Kapazitäten der schon bestehenden Infrastrukturen jetzt – in der betrachteten Periode – exogen vorgegeben. Sie sind auch so hoch, dass sie mindestens im Modell von Kreps/Scheinkman (1986) nicht in den Wertebereich fallen, bei dem sich zwingend das Cournot-Gleichgewicht ergibt.

Tabelle 20: **Marktgleichgewicht bei Einstieg mit Glasfasernetz in einer Region, in der im VDSL-Netz bereits Kapazitäten bestehen**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	22,2 / 19,7 / 2,9
$D_S + D_M + D_L$	77,8
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	58,6 (48,0 / - / 10,6)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	17,3 (- / - / 17,3)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	1,9 (- / - / 1,9)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	874 / - / 965
Marktanteile a / b / c	62% / - / 38%

Könnte a seine Kapazität unter Rückgewinnung der Kosten reduzieren, würde er dies tun. Dies ist allerdings per Annahme ausgeschlossen und so ergibt sich für c ein erheblich niedrigerer Gewinn als dies bei gleichzeitiger, pfadunabhängiger Kapazitätsentscheidung – wie in Unterabschnitt 3.3.3.2 dargestellt – der Fall der gewesen wäre.

3.4.2.3 Effekt bei bestehender Kapazität im VDSL- und Kabelnetz

Noch stärker tritt dieser Effekt auf, wenn es sich um eine Region handelt, in der bisher a und b mit ihren Infrastrukturen aktiv waren. Nimmt man das Marktgleichgewicht aus Unterabschnitt 3.3.3.1 und die sich dort ergebenden Kapazitäten als Ausgangspunkt und steigt c in dieser Situation in den Markt ein, wobei die Kapazitäten von a und b bestehen bleiben und von ihm als gegeben hinzunehmen sind, ergibt sich im numerischen Beispiel folgendes:

Tabelle 21: **Marktgleichgewicht bei Einstieg mit Glasfasernetz in einer Region, in der im VDSL- und im Kabelnetz bereits Kapazitäten bestehen**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	15,0 / 14,2 / 4,0
$D_S + D_M + D_L$	85,0
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	56,8 (31,0 / 19,8 / 6,0)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	25,2 (- / 14,3 / 11,0)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	3,0 (- / - / 3,0)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	340 / 384 / 454
Marktanteile a / b / c	36% / 40% / 23%

Damit liegt das Preisniveau noch einmal erheblich niedriger als bei gleichzeitiger, pfadunabhängiger Kapazitätsentscheidung der drei Unternehmen wie in Unterabschnitt 3.3.3.4 dargestellt. Auch ist der Marktanteil, der von c erreicht wird, noch einmal erheblich niedriger.

Im Zeitverlauf werden die historischen Kapazitäten – wie beschrieben – entwertet, so dass sich über die Zeit das Gleichgewicht einstellt, das sich bei gleichzeitiger, pfadunabhängiger Kapazitätsentscheidung ergibt. Allerdings kann bis dahin durchaus eine längere Zeit vergehen.

3.4.3 Sprunghafte Erweiterungen der Kapazität

Bisher wurde davon ausgegangen, dass die Kapazität quasi-linear erweitert wird, also geringen Steigerungen des Kapitaleinsatzes auch geringe Steigerungen der Kapazität folgen. Grundsätzlich entwickelt sich die Kapazität auch derartig, in mindestens zwei Situationen ist dies aber nicht der Fall:

(1) Technologiebedingt kann es zu Kapazitätserweiterungen kommen, bei denen die Kapazität und damit die Möglichkeiten Endkunden anzubinden nicht geringfügig, sondern erheblich erhöht wird. Dies ist zum Beispiel bei dem in Unterabschnitt 2.2.3.4 beschriebenen Technologiewechsel auf dem Kabelnetz von Docsis 3.0 auf Docsis 3.1 der Fall. Solche Sprünge kann es bei technischen Innovationen immer wieder geben.

(2) Auch neu errichtete (Glasfaser-)Netze starten nicht mit einer Kapazität von null, die dann über die Zeit erweitert wird. Schon in der initialen Konfiguration – selbst beim Versuch, das Netz möglichst sparsam, also initial kapazitätsarm zu errichten – wird aufgrund der technischen Gegebenheiten (zum Beispiel: Mindestkapazität einer Glasfaser, Mindestportzahl auf einer marktüblichen Portkarte und ähnliches) eine erhebliche zusätzliche Kapazität sprunghaft in den Markt geworfen.

Modelltheoretisch betrachtet führt beides dazu, dass schlagartig erheblich höhere Kapazitäten im Markt zur Verfügung stehen als zuvor. Die Anbieter würden theoretisch darauf reagieren wollen, – siehe ihre Reaktionsfunktionen – indem sie ihre eigenen Kapazitäten zurückfahren. Das ist aber womöglich – siehe Unterabschnitt 3.4.2 – gar nicht möglich. Die so im Markt befindlichen Überkapazitäten führen dann – sowohl im Modell von Kreps/Scheinkman (1986) als auch im Modell von Moreno/Ubeda (2006), die in Unterabschnitt 3.2.3.2 zur Begründung der Cournot-Gleichgewichte herangezogen wurden, in der jeweils letzten Stufe des Modells zu einem deutlich intensiveren Preiswettbewerb und damit zu niedrigeren Marktpreisen – mindestens temporär, bis die in Unterabschnitt 3.4.2 beschriebene Entwertung der bestehenden Kapazitäten durch zusätzliche Bandbreitennutzung der Endkunden die Situation wieder normalisiert.[167]

[167] Sowohl im Modell von Kreps/Scheinkman (1986) als auch im Modell vom Moreno/Ubeda (2006) kommt hinzu, dass sich womöglich auch kein stabiles Gleichgewicht mehr ergibt, die Preise also zusätzlich noch erheblichen Schwankungen ausgesetzt sein könnten.

Die Steigerung der Wettbewerbsintensität kann dabei erheblich sein.[168] Insbesondere Fall (2), die Errichtung eines Glasfasernetzes, ist vermutlich mit einer erheblichen Überkapazität im Markt verbunden. Das deswegen veränderte Preisniveau trifft den Glasfaserausbauenden unmittelbar, nachdem er seinen Ausbau abgeschlossen hat und kann erheblichen Einfluss auf seine Wirtschaftlichkeitskalkulation haben.

Technologiebedingte Kapazitätssprünge, also Fall (1), sind vermutlich in ihrer Wirkung weniger stark. Da eine solche Situation aber alle Technologien und Anbieter betreffen kann und, wenn auch nicht häufig, solche Innovationen jederzeit und unberechenbar passieren können, ist dies ebenfalls ein zusätzliches Risiko für die Stabilität der Einnahmen der Telekommunikationsanbieter, gleichwohl auch hier wieder die Trägheit der Endkundennachfrage mitigierend wirken würde.

Die Struktur des Wettbewerbs als Kapazitätswettbewerb hat also auch an dieser Stelle auf zwei Arten zusätzliche negative Auswirkungen auf die Perspektive eines Glasfaserausbaus.

3.4.4 Auswirkung von Regulierung

In der realen Welt unterliegt das VDSL-Netz starken regulatorischen Auflagen. In der Theorie könnten auch andere Netze – bei einer entsprechenden Marktbeherrschung – Adressat einer Regulierung sein, hier soll aber einmal exemplarisch anhand dieses VDSL-Netzes analysiert werden, was dies im Kapazitätswettbewerb bedeutet. Mindestens zum Markteinstieg eines neuen Glasfaseranbieters ist dies auch die wahrscheinlichste Konstellation

Wie in Unterabschnitt 2.2.4.4 beschrieben treffen zwei Arten von Verpflichtungen die marktmächtige Infrastruktur: Zum einen wird dem entsprechenden Anbieter auferlegt, bestimmte Vorleistungsprodukte anzubieten. Zum anderen werden die angebotenen Konditionen überprüft oder sogar von der Bundesnetzagentur vorgegeben.

Die erste Verpflichtung, die Zugangsverpflichtung, wirkt sich auf unterschiedliche Weise aus: Der marktmächtige Anbieter kann verpflichtet werden, aktive oder passive Vorleistungsprodukte anzubieten. Bislang wurde vereinfachend angenommen, dass InfCo und NetCo ausschließlich integriert handeln, also keine passiven Vorleistungsprodukte angeboten werden. Diese Annahme könnte somit ihre Gültigkeit verlieren.[169] Noch bedeutsamer ist die zweite

[168] Im Modell von Kreps/Scheinkman (1986) besteht sogar das Risiko, wenn die Gesamtkapazität im Markt die maximale potenzielle Nachfrage übersteigt, dass es zu Bertrand-Wettbewerb verbunden mit einem Preissturz auf Grenzkosten kommt – also auf annähernd null im modellierten Telekommunikationsmarkt. Im Modell von Moreno/Ubeda (2006) ist dies an dieser Stelle noch nicht der Fall. Schon allein aufgrund der Trägheit der Nachfrage – siehe Unterabschnitt 2.2.4.1 – erscheint ein solches Ereignis auch unrealistisch.

[169] Abseits der theoretischen Konstellation ist es allerdings in Deutschland so, dass sowohl bei Super-Vectoring – dort technologiebedingt – als auch bei einem Glasfaserausbau das Marktgeschehen bei den

Verpflichtung. Mit der Entgeltregulierung ergibt sich, dass – ins Modell übersetzt – der marktmächtige Anbieter nicht frei darin ist, welche Kapazitäten er aufzubauen gedenkt. Er hat Dritten zu bestimmten Konditionen ein Angebot zu machen und soweit es hierfür eine Nachfrage gibt, ist er regulatorisch verpflichtet, die dafür nötigen Kapazitäten zu schaffen, zumindest soweit diese Nachfrage auch von den Nachfragern der Vorleistungsprodukte bei ihm platziert wird. Da es ineffizient wäre, die entsprechenden Kapazitäten, wenn eine Nachfrage schon absehbar ist, erst dann zu schaffen, wenn sie wirklich vorliegt, wird er in seiner Kapazitätsplanung bereits eine entsprechende Nachfrage antizipieren und die Kapazitäten dafür vorausschauend bereitstellen.

Dies betrifft unmittelbar erst einmal nur die marktmächtige Infrastruktur. Mittelbar sind allerdings auch die anderen Infrastrukturen betroffen: Sie haben bei ihrer Kapazitätsentscheidung zu berücksichtigen, dass auf der marktmächtigen Infrastruktur mindestens bestimmte Kapazitäten geschaffen werden. Damit verschiebt sich das Modell – zumindest so lange die regulatorische Preissetzung auch zu höheren Kapazitäten und Mengen führt – weg von einer unabhängigen, synchronen Kapazitätsentscheidung, hin zu einer, bei der allen Anbietern die mindestens gemeinsam ausgebrachte Kapazität – die sich aus der Preisobergrenze ergibt – bereits bekannt ist und über deren Aufteilung dann gerungen wird.

Dies gilt natürlich nur dann, wenn die regulatorisch vorgegebenen Preise überhaupt so niedrig sind, dass sie relevant sind – und nicht schon der Wettbewerb zwischen den Infrastrukturen dazu führt, dass sich niedrigere Preise einstellen und die regulatorischen Preise damit ihre Bedeutung verlieren.

Ist die Preisobergrenze allerdings wirksam, lässt sich kein eindeutiges Gleichgewicht mehr herleiten: Jede Infrastruktur würde mindestens ihre Cournot-Gleichgewichts-Menge x_S^a / x_S^b / x_S^c ausbringen wollen. Ergibt sich dann noch eine Lücke Λ zur Kapazität, die bis zum Erreichen des Preises der Preisobergrenze notwendig ist, und wissen alle Anbieter sicher, dass Λ auf jeden Fall gefüllt wird, werden sie in diesem Wertebereich zu Preisnehmern. Sie hätten also Interesse, die Menge Λ selbst und allein auszubringen – getrieben allein aus dem Wissen heraus, dass, wenn sie Λ nicht ausbringen würden, dies ein anderer Anbieter tun würde und damit die negativen Effekte der Mengenausweitung auf die eigenen Gewinne – sinkende Preise – sowieso eintreten.[170]

Es können jetzt unterschiedliche Annahmen getroffen werden, wie sich Λ nun auf die unterschiedlichen Anbieter verteilt. Zieht man allerdings die Erkenntnisse des vorhergehenden

neuen Technologien im Wesentlichen auf der aktiven Vorleistungsebene stattfindet, während die passive Vorleistungsebene zumindest bei hochbandbreitigen Endkundenprodukten heute, im Jahr 2021, eine eher nachgeordnete Rolle spielt.

[170] Vgl. zur Wirkung von Preisobergrenzen auch Buehler et al. (2010) und Han/Liu (2013).

Unterabschnitts zu historischen Kapazitäten und die Nachfrageträgheit des Telekommunikationsmarktes heran, spricht einiges dafür, dass a den allergrößten Teil von Λ füllen wird.[171]

Mit $\overline{p_S}$ sei fortan die Preisobergrenze bezeichnet, die die Regulierungsbehörde setzt. Die Reaktionsfunktion von a würde sich dann, wenn er derjenige wäre, der die fehlende Kapazität zum Erreichen der Preisobergrenze ausbringen würde, wie folgt verändern:

$$x_S^a = \max\{\frac{a_1 - \gamma^a \kappa_S - \sum\sum x_B^{i\ \neg x_S^a}}{2}; a_1 - \sum\sum x_B^{i\ \neg x_S^a} - \overline{p_S}\} \tag{86}$$

Der zweite Teil des Ausdrucks beschreibt das Ausbringen zusätzlicher Kapazität, bis die regulatorische Preisobergrenze eingehalten wird, wenn dies nicht ohnehin schon der Fall ist.

Nachfolgend soll wieder betrachtet werden, wie sich dies im numerischen Beispiel auswirken würde. Die Regulierungsbehörde könnte beispielsweise festlegen, dass $\overline{p_S} = 30$ gelte, folglich dürfte der Preis im Segment S höchstens 30 betragen. Ausgehend vom Fall, der in Unterabschnitt 3.3.2.1 skizziert wird, bei dem ausschließlich eine VDSL-Infrastruktur in der Region existiert, würde sich dann folgende Konstellation ergeben:

Tabelle 22: **Marktgleichgewicht bei alleiniger VDSL-Infrastruktur und regulatorischer Preisobergrenze**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	30,0 / - / -
$D_S + D_M + D_L$	70,0
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	70,0 (70,0 / - / -)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	- (- / - / -)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	- (- / - / -)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	1.820 / - / -
Marktanteile a / b / c	100% / - / -

Die aufgebaute Kapazität beziehungsweise ausgebrachte Menge steigt entsprechend an, während parallel der Gewinn von a schrumpft: Verglichen mit der Konstellation ohne regulatorische Preisobergrenze, verliert er 484 an Gewinn.

Gibt es in einer anderen Region sowohl eine VDSL- als auch eine Kabelinfrastruktur, würde a wiederum entsprechend Formel (86) seine Kapazität so lange erhöhen, bis sich die

[171] Die Regulierung zwingt dann das regulierte Unternehmen a sozusagen dazu, seine bisherigen Kapazitäten aufrechtzuerhalten. a kann also glaubhafter machen als b und c, entsprechende Mengen auszubringen, an denen sich b und c dann auszurichten haben. Theoretisch denkbar sind natürlich auch andere Aufteilungen von Λ. In den nachfolgenden Rechnungen würde dies dazu führen, dass die Gewinne von b und c ebenfalls schrumpfen, a allerdings keine Gewinnsteigerung mehr erfährt.

regulatorische Preisobergrenze einstellt. b würde seine Kapazität jeweils an der korrigierten Kapazität von a ausrichten. Dies würde sich wie folgt auswirken, wobei die Kapazitätsverpflichtung in diesem Beispiel unmittelbar nur den VDSL-Netzbetreiber treffen würde, der Kabelnetzbetreiber aber diese Verpflichtung bei seiner Kapazitätsaufbauentscheidung zu berücksichtigen hat:

Tabelle 23: **Marktgleichgewicht bei VDSL- und Kabelinfrastruktur und regulatorischer Preisobergrenze**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	30,0 / 19,5 / -
$D_S + D_M + D_L$	70,0
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	54,5 (40,2 / 14,3 / -)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	15,5 (- / 15,5 / -)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	- (- / - / -)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	1.046 / 896 / -
Marktanteile a / b / c	57% / 43% / -

In diesem Fall steigt ebenfalls die ausgebrachte Menge gegenüber dem in Unterabschnitt 3.3.3.1 beschriebenen Szenario ohne regulatorische Preisobergrenze. Beim VDSL-Netzbetreiber führt diese Konstellation jetzt allerdings zu einem höheren Gewinn: Sein Gewinn steigt um +88, während der Kabelnetzbetreiber sowohl geringere Mengen ausbringt (-4,3) als auch einen um 226 geringeren Gewinn erreicht als ohne Preisregulierung beim VDSL-Netzbetreiber.

Ähnliches ergibt sich auch dann, wenn die konkurrierende Infrastruktur eine Glasfaserinfrastruktur ist:

Tabelle 24: **Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur und regulatorischer Preisobergrenze**	
Variable	Ergebnis
p_S / Δp_M / Δp_L	30,0 / 17,8 / 2,7
$D_S + D_M + D_L$	70,0
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	52,8 (33,4 / - / 19,4)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	15,6 (- / - / 15,6)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	1,7 (- / - / 1,7)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	868 / - / 1.316
Marktanteile a / b / c	48% / - / 52%

Auch in diesem Szenario steigt die ausgebrachte Menge insgesamt gegenüber dem Fall ohne regulatorische Preisobergrenze, wie er in Unterabschnitt 3.3.3.2 beschrieben wird, wobei a an dieser Menge einen höheren Anteil hat. a generiert auch hier einen höheren Gewinn (+51) als ohne Preisregulierung, während der Gewinn von c sich reduziert (-142).

Spätestens im Fall mit drei Netzinfrastrukturen ist davon auszugehen, dass schon aufgrund des Wettbewerbs zwischen den drei Infrastrukturen ein Preisniveau erreicht wird, das unterhalb jeder regulatorisch denkbaren Preisobergrenze liegt. Insofern soll dieser – künstliche – Fall hier nicht weiter betrachtet werden.

Der Effekt einer relevanten Preisregulierung ähnelt zusammengefasst dem der historisch bedingten Kapazitäten aus dem vorherigen Unterabschnitt. Die Regulierung kann – und das ist eine durchaus überraschende Erkenntnis – in dem beschriebenen Szenario dazu führen, dass das regulierte Unternehmen höhere Gewinne macht, als wenn es nicht reguliert werden würde. Oder aus anderer Perspektive betrachtet: Die Regulierung des VDSL-Netzbetreibers kann dazu führen, dass die Marktperspektive eines – anderen – Glasfaserinfrastrukturausbauenden sich gegenüber einem Szenario, in dem ersterer nicht reguliert wird, verschlechtert.

3.5 Markteintritt und Ausbaukosten

3.5.1 Gleichgewicht bezüglich Markteintrittsentscheidung

In den vorgehenden Abschnitten wurden die Marktgleichgewichte beschrieben, die sich in Stufe 2 und 3 des Wettbewerbsmodells ergeben. In Stufe 1 hat c zuvor noch zusätzlich zu entscheiden, ob er überhaupt in einer Region in den Markt einsteigt und ein Glasfasernetz errichtet. Um zu dieser Entscheidung zu gelangen, hat er zwei Sachverhalte ins Verhältnis zu setzen: Welchen Gewinn erzielt er nach dem Ausbau über die Zeit? Und wie hoch sind die Ausbaukosten, um das Glasfasernetz zu errichten? Zu einem Ausbau kommt es dann, wenn ersterer als höher als letztere angenommen wird.

Für den Gewinn über die Zeit ist nicht nur wichtig, welche Gewinne der Glasfasernetzausbauende im Gleichgewicht in einer Periode erzielt, sondern auch, wie schnell dieses Gleichgewicht erreicht wird und wie zukünftige Gewinne abgezinst werden. Um dafür die Formeln aus Unterabschnitt 3.2.4 zu nutzen, sind einige zusätzliche Parameter – neben denen aus Unterabschnitt 3.3.1 – zu setzen:

Tabelle 25: **Weitere Parameter des numerischen Beispiels**

Parameter	Wert
r	10 Prozent p.a.
C	120.000
Φ	10 Jahre

r, der Abzinsungszins des potenziellen Glasfasernetzausbauers, wird auf 10 Prozent festgelegt, was einer angemessenen Verzinsung für das Investitionsrisiko entsprechen soll.[172] Die Kosten für den Glasfaserausbau C sollen mit 120.000 angenommen werden. Setzt man a_1 mit der Gesamtzahl der Haushalte gleich, die mit dem Glasfasernetz erreicht werden könnten, entspricht dies 1.200 an Kosten je erreichbarem Haushalt. Der Parameter für die Nachfrageträgheit Φ, also die Verzögerung, bis sich das neue Marktgleichgewicht eingestellt hat, soll der Darstellung in Unterabschnitt 2.2.2.2 folgend 10 Jahre betragen.

Unter Nutzung dieser Parameter und der Formeln aus Unterabschnitt 3.2.4 ergeben sich für den Glasfasernetzbetreiber folgende Gewinne über die Zeit, falls er ausbaut:[173]

Tabelle 26: **Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers nach Ausbau (ohne Investitionskosten)**

Szenario	Gewinn über die Zeit von c
Kein paralleles Netz	206.900
Bestehendes VDSL-Netz	118.345
Bestehendes Kabelnetz	106.251
Bestehende VDSL- und Kabel-Netze	72.565

Diese Gewinne über die Zeit werden, wie jeweils bei den Marktgleichgewichten beschrieben, durch unterschiedliche Sachverhalte beeinflusst: (i) Unterliegt das VDSL-Netz einer Regulierung, reduzieren sich die Gewinne. (ii) Werden mehrere parallele Glasfasernetze errichtet, werden die wirtschaftlichen Erträge über die Zeit ebenfalls reduziert. (iii) Steigt die Nachfrage nach hohen Bandbreiten (im Modell: a_2 und a_3), steigen dagegen die Gewinne über die Zeit. In den unterschiedlichen Szenarien der beiden vorherigen Abschnitte ergibt sich im numerischen Beispiel folgendes:

Tabelle 27: **Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers nach Ausbau in unterschiedlichen Szenarien (ohne Investitionskosten)**

Szenario	Gewinn über die Zeit von c bei reguliertem VDSL-Netz	Gewinn über die Zeit von c bei zwei Glasfasernetzen
Kein paralleles Netz	-	91.234 (-56%)
Bestehendes VDSL-Netz	106.819 (-10%)	62.419 (-47%)
Bestehendes Kabelnetz	-	59.172 (-44%)
Bestehende VDSL- und Kabel-Netze	72.565 (unverändert)	44.481 (-39%)

[172] Stehle (2010) leitet für einen Glasfasernetzausbau einen angemessenen WACC von 9,7 Prozent her, also gerundet 10 Prozent. Feijóo et al. (2018) verwenden ebenfalls – ohne dies näher zu erläutern – einen WACC von 10 Prozent.
[173] Gerechnet wird jeweils mit den Gewinnen je Periode aus Abschnitt 3.3.

Deutlich wird: Bei einem parallelen Glasfasernetzausbau leiden die Gewinne über die Zeit erheblich.[174] Eine Regulierung des VDSL-Netzbetreibers reduziert die Gewinne des Glasfasernetzbetreibers ebenfalls, solange der Preis im Marktgleichgewicht oberhalb des Niveaus liegt, das regulatorisch vorgegeben wird.

Steigt die Nachfrage nach sehr hohen Bandbreiten, steigen also die Parameter dafür beispielsweise auf $a_2 = 0{,}75$ und $a_3 = 0{,}5$, dann verbessert sich der Gewinn über die Zeit wieder:

Tabelle 28: **Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers nach Ausbau bei starker Bandbreitenneigung (ohne Investitionskosten)**	
Szenario	Gewinn über die Zeit von c
Kein paralleles Netz	227.030 (+10%)
Bestehendes VDSL-Netz	160.853 (+36%)
Bestehendes Kabelnetz	123.483 (+16%)
Bestehende VDSL- und Kabel-Netze	100.029 (+38%)
Bestehendes VDSL-, Kabel- und weiteres Glasfasernetz	57.387 (+29%)

Damit ergeben sich in den unterschiedlichen Szenarien, die in diesem Unterabschnitt diskutiert wurden, Gewinne über die Zeit für c, die sich erheblich unterscheiden können.

3.5.2 Unterschiedliche Ausbaukosten und endogene Anbieterzahl

Ausbauen wird c im Gleichgewicht genau dann, wenn seine im vorherigen Unterabschnitt beschriebenen erwarteten Gewinne über die Zeit in einer Region über den Ausbaukosten liegen, die für die Errichtung der Glasfaserinfrastruktur notwendig sind. Diese Ausbaukosten unterscheiden sich – wie in Unterabschnitt 2.3.2 dargestellt – genau wie die Gewinne über die Zeit je nach regionalen Gegebenheiten.

Im Ergebnis aus diesem Sachverhalt und den Erkenntnissen des vorherigen Unterabschnitts ergibt sich je Region eine endogen aus dem Modell ableitbare Anzahl an Anbietern, die in Abhängigkeit von der abgeschätzten Marktentwicklung beziehungsweise den damit verbundenen Gewinnen über die Zeit und den Ausbaukosten wirtschaftlich agieren könnten, also theoretisch in der Lage wären, die Ausbaukosten C zu refinanzieren: Bis zu einer bestimmbaren Höhe an Ausbaukosten ist der regionale Markt beispielsweise in der Lage drei Infrastrukturen – neben dem Glasfasernetz auch das VDSL- und das Kabelnetz – zu tragen und eine

[174] Deswegen werden derzeit auch sogenannte Mitverlegungsansprüche (siehe Unterabschnitt 2.2.4.4) kritisch diskutiert – bei einem solchen Anspruch profitiert ein möglicher Zweitverleger sogar von niedrigeren Kosten. Daher kommt womöglich erst gar kein Erstverleger zu einem wirtschaftlichen Ausbau – und dieser wird dann schlicht unterlassen. Siehe detaillierter dazu auch Unterabschnitt 4.5.2.3.

Refinanzierung der Investition zu ermöglichen.[175] Bei höheren Ausbaukosten trägt der Telekommunikationsmarkt dann nur noch zwei Infrastrukturen. Existieren in diesen Regionen bereits zwei Infrastrukturen, kommt es nicht zu einem Markteinstieg des Glasfasernetzbetreibers. Existiert bisher erst eine Infrastruktur, so steigt der Glasfasernetzbetreiber in den Markt ein. Anderswo sind die Ausbaukosten womöglich so hoch, dass nur eine Infrastruktur zur Breitbandversorgung vom Markt getragen wird – oder gar keine.

Solche Erwägungen haben beim Ausbau des Telefon- und Kabelnetzes historisch keine Rolle gespielt, erst jetzt beim Glasfasernetzausbau kommt ihnen eine zentrale Rolle zu. Es kann folglich sein, dass in Regionen aufgrund historischer Umstände die endogen abgeleitete Anbieterzahl bereits überschritten ist, weil beispielsweise in einer Region die Ausbaukosten so hoch sind, dass nur eine Infrastruktur getragen werden kann, aber bereits sowohl VDSL- als auch Kabelinfrastruktur existieren, und deswegen kein weiteres Netz errichtet wird.

Im numerischen Beispiel ergibt sich folgende Konstellation:

Tabelle 29: **Endogene Anbieterzahl in Abhängigkeit von Ausbaukosten und Markteinstieg des Glasfasernetzbetreibers**

Ausbaukosten (C)	Endogen abgeleitete Anbieterzahl	Historisch bestehende Infrastrukturen	Einstieg Glasfasernetzbetreiber
> 205.000	0	VDSL- und Kabelinfrastruktur	Nein
		VDSL-Infrastruktur	Nein
		Keine	Nein
205.000 bis 115.000	1	VDSL- und Kabelinfrastruktur	Nein
		VDSL-Infrastruktur	Nein
		Keine	Ja
115.000 bis 70.000	2	VDSL- und Kabelinfrastruktur	Nein
		VDSL-Infrastruktur	Ja
		Keine	Ja
70.000 bis 40.000	3	VDSL- und Kabelinfrastruktur	Ja
		VDSL-Infrastruktur	Ja
		Keine	Ja
< 40.000	4	VDSL- und Kabelinfrastruktur	Ja
		VDSL-Infrastruktur	Ja
		Keine	Ja

[175] Es soll vereinfachend angenommen werden – so entspricht es annähernd der deutschen Realität –, dass das erste Netz immer das VDSL-Netz ist, das teilweise – als zweites Netz – von einem Kabelnetz begleitet wird. Das dritte Netz ist dann das Glasfasernetz.

Wird der VDSL-Netzbetreiber reguliert, verschiebt sich die zweite Grenze von 115.000 auf 105.000 (für eine endogene Anbieterzahl von 2), es kommt also zu entsprechend weniger Ausbau.

Deutlich wird, wie stark sich die kritischen Ausbaugrenzen verschieben, je nachdem, wie viele Infrastrukturen bereits existieren: Existiert bisher keine hochbandbreitige Infrastruktur, wird ein Glasfaserausbau ab Kosten von 205.000 wirtschaftlich. Existiert bereits eine VDSL-Infrastruktur, dürfen die Ausbaukosten nur noch 115.000 (-44 Prozent) betragen. Existieren parallele VDSL- und Kabelinfrastrukturen, sinkt die Ausbaukostengrenze auf 70.000, also noch einmal um 39 Prozent. Unterhalb von Ausbaukosten von 40.000 (-43 Prozent) wird es sogar theoretisch vorstellbar, dass zwei Glasfaserunternehmen parallel erfolgreich voneinander unabhängige Glasfasernetze betreiben – trotz parallel existierender VDSL- und Kabelinfrastrukturen.[176]

3.6 Auswirkung der Spezifika des Telekommunikationsmarktes

Im Laufe dieses Kapitels sind unterschiedliche Faktoren betrachtet worden, die sich aus den Spezifika des Telekommunikationsmarktes ergeben und die einen erheblichen negativen Einfluss auf einen potenziellen Glasfasernetzausbau haben. Die schwerwiegendsten davon waren:

(1) Die Endkundennachfrage unterliegt einer erheblichen Trägheit – siehe Unterabschnitt 3.3.1 –, was dazu führt, dass ein neues Netz, selbst wenn bessere Produkte zu niedrigeren Preisen angeboten werden, erst über die Zeit eine entsprechende Nachfrage von den anderen Anbietern weg zu sich hin ziehen kann.

Aus der Feststellung, dass es sich beim Telekommunikationsmarkt um einen Markt mit Kapazitätswettbewerb handelt, ergeben sich zwei weitere Faktoren:

(2) Dass die bestehenden Infrastrukturen bereits über historisch geschaffene Kapazitäten verfügen, hat – siehe Unterabschnitt 3.4.2 – eine gewisse wettbewerbsbegrenzende Wirkung, da neue Netzinfrastrukturen in ihrer Optimierung diese bestehenden Kapazitäten miteinbeziehen müssen und daher tendenziell geringere eigene Kapazitäten aufbauen – was wiederum zu geringeren Endkundenzahlen, Umsätzen und Gewinnen führt.

(3) Darüber hinaus droht beim Markteinstieg zusätzlich, dass – siehe Unterabschnitt 3.4.3 – die Preise mindestens temporär noch erheblicher sinken könnten, was wiederum mit einer

[176] In den asiatischen Stadtstaaten ist dies beispielsweise schon heute, im Jahr 2020, Realität. Vgl. McLaren (2017).

erheblichen Reduktion von Umsatz und Gewinnen, jetzt für alle Infrastrukturen, aber eben auch für den potenziellen Glasfasernetzausbauenden, verbunden sein kann.

Diese Effekte sind – auch im Vergleich mit anderen Hürden für den Ausbau – von erheblicher Bedeutung für die wirtschaftliche Perspektive eines Glasfasernetzausbaus. Dies zeigt sich auch im numerischen Beispiel mit einem parallelen VDSL-Netz:[177]

Tabelle 30: **Gewinne über die Zeit eines Glasfasernetzbetreibers in Abhängigkeit von den Marktspezifika des Telekommunikationsmarktes bei parallelem VDSL-Netz (ohne Investitionskosten)**

Szenario	Gewinn über die Zeit von c
Ohne Marktspezifika[178]	182.841
Einzeleffekte	
Mit Trägheit der Endkundennachfrage[179]	118.345 (-35%)
Mit historischen Kapazitäten[180]	152.122 (-17%)
Mit niedrigeren Preisen (-20%) in den ersten 10 Jahren	160.317 (-12%)
Verbundene Effekte	
Mit Trägheit der Endkundennachfrage & historischen Kapazitäten	105.734 (-42%)
Mit historischen Kapazitäten & niedrigeren Preisen (-20%) in den ersten 10 Jahren	135.320 (-26%)
Mit Trägheit der Endkundennachfrage, historischen Kapazitäten & niedrigeren Preisen (-20%) in den ersten 10 Jahren	98.209 (-46%)

[177] Die erhebliche Bedeutung dieser Effekte wird auch deutlich, wenn man sie mit dem schon nicht unerheblichen Preiseffekt vergleicht, der durch den Markteintritt mit einer Glasfaserinfrastruktur entsteht. So führt der Ausbau eines Glasfasernetzes durch einen New Entrant in einer Region mit nur einem VDSL-Netz dazu, dass der Preis p_S um 37 Prozent (von 52,0 auf 32,6) sinkt – verbunden mit einer entsprechenden Gewinnreduktion für die unterschiedlichen Anbieter. In einer Region mit VDSL- und Kabelnetz sinkt der Preis p_S um 27 Prozent (von 35,0 auf 25,6). Mit den gesetzten Parametern haben die Spezifika des Telekommunikationsmarktes folglich einen Effekt, der sogar noch erheblicher ist als der durch den Markteintritt verursachte Preiseffekt. Auch mit anderen denkbaren Parametersetzungen liegt der Effekt der Spezifika des Telekommunikationsmarktes mindestens in der Größenordnung des Preiseffekts.

[178] Ohne Trägheit der Endkundennachfrage – anders als bei den anderen numerischen Beispielen – wird angenommen, dass sich das neue Marktgleichgewicht nach Markteintritt nicht erst zeitlich verzögert, sondern unverzüglich einstellt. Φ beträgt also 0 Monate.

[179] Angenommen wird für die Trägheit der Endkundennachfrage – wie für die anderen numerischen Beispiele – ein Φ von 120 Monaten, die es dauert, bis sich das entsprechende Marktgleichgewicht eingestellt hat.

[180] Angenommen wird, dass der VDSL-Netzbetreiber mit den Kapazitäten des Monopolszenarios startet und diese jedes Jahr zu drei Prozent entwertet werden, also rechnerisch um drei Prozent sinken, und zwar so lange, bis das neue Marktgleichgewicht, das sich ohne historische Kapazitäten ergäbe, erreicht ist.

Alle drei Marktspezifika haben – jedes für sich, aber noch mehr in Kombination – erhebliche Auswirkungen auf den Gewinn eines Glasfaserausbauenden, sie können in Summe seinen Gewinn fast halbieren. Die Berücksichtigung dieser Marktspezifika kann daher auch ein wesentlicher Beitrag zu der Erklärung sein, warum der Glasfasernetzausbau derzeit so langsam erfolgt – insbesondere auch in den städtischen Gebieten, in denen ein Glasfaserausbau auf den ersten Blick unter Nichtberücksichtigung dieser Punkte wirtschaftlich erscheinen könnte.

3.7 Zusammenfassung und Bewertung

In diesem Kapitel wurden unterschiedliche Erkenntnisse über den Telekommunikationsmarkt gewonnen:

(1) Wesentlich für den Telekommunikationsmarkt ist seine Struktur als Kapazitätswettbewerb zwischen den unterschiedlichen Infrastrukturen. Damit ergeben sich in einem mehrstufigen Wettbewerbsmodell, bei dem zuerst über Kapazitäten und dann über Preise entschieden wird, grundsätzlich Gleichgewichte, die denen bei Mengenwettbewerb entsprechen.

(2) Der Markteinstieg mit einer neuen Glasfaserinfrastruktur, die mit den bestehenden Infrastrukturen in Konkurrenz tritt, führt dann – eine nicht allzu überraschende Erkenntnis für insbesondere einen Markt mit hohen Investitionen, aber niedrigen Grenzkosten – zu niedrigeren Preisen und einem niedrigeren Marktanteil je Marktteilnehmer. Für den Glasfasernetzausbau ist dies eine erhebliche Herausforderung. Verstärkter Infrastrukturwettbewerb durch das Errichten der zusätzlichen Glasfaserinfrastruktur lässt das Preisniveau auf dem Markt – wie gezeigt – erheblich sinken. Dies hat ein potenzieller New Entrant bei der Entscheidung über seinen Markteintritt mit ins Kalkül zu ziehen.

(3) Dass auf dem Telekommunikationsmarkt ein Kapazitätswettbewerb herrscht, hat zusätzlich erschwerende Auswirkungen: Dadurch, dass die bestehenden Netze vor Errichtung des Glasfasernetzes mit entsprechend großen Kapazitäten für einen Wettbewerb ohne Glasfasernetz errichtet worden sind und diese Kapazitäten mit Errichtung des neuen Glasfasernetzes nicht sofort entwertet werden, ergeben sich noch einmal geringere Gewinnchancen für einen potenziellen Glasfasernetzbetreiber.

(4) Auch die heute übliche Regulierung führt in einem Kapazitätswettbewerb zu ähnlichen Effekten: Das regulierte Unternehmen hat womöglich als Ergebnis dieser Regulierung bereits bestimmte Kapazitäten extern vorgegeben, was die Möglichkeiten konkurrierender Netze zur Markteroberung einschränkt und deren Gewinnchancen weiter verringert.

(5) Ebenfalls von großer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit eines Glasfaserausbaus ist die Trägheit der Endkunden. Dadurch, dass diese erst über die Zeit auf das neue Netz migrieren, verschlechtert sich die wirtschaftliche Perspektive erheblich.

In dieser detaillierten und die Spezifika des Telekommunikationsmarktes berücksichtigenden Modellierung werden folglich negative Effekte auf den Glasfasernetzausbau aufgedeckt, die womöglich unterschätzt werden könnten.

(6) Dass mit dem Glasfasernetz Tarife mit höheren Bandbreiten als mit den anderen Netzen angeboten werden können, verschafft dem Glasfasernetzbetreiber – mit den gesetzten Parametern – nur einen geringen wirtschaftlichen Vorteil. Erst, wenn über die Zeit die Nachfrage und Zahlungsbereitschaft für höhere Bandbreiten auf ein Niveau steigen, das heute weit weg scheint, entsteht ein erheblicherer Vorteil aus dieser Möglichkeit heraus.

Es ist für den Glasfasernetzbetreiber folglich anspruchsvoll, zu einem wirtschaftlichen Glasfasernetzausbau zu kommen:

(7) Die wirtschaftliche Perspektive eines Glasfasernetzausbaus hängt wesentlich von den regionalen Gegebenheiten ab: Neben den Ausbaukosten in einer konkreten Region hat auch die vorherrschende Wettbewerbssituation erheblichen Einfluss darauf, ob es zu einem Markteinstieg eines New Entrants kommt oder nicht. Bei nur einer konkurrierenden Infrastruktur sind die erwartbaren Gewinnmöglichen erheblich höher als bei zwei konkurrierenden Infrastrukturen.

(8) In Abhängigkeit von den regionalen Gewinnmöglichkeiten und den konkreten Ausbaukosten ergibt sich je Region eine maximale Anzahl an Infrastrukturen, die wirtschaftlich errichtet werden können. Wo diese Anzahl noch nicht erreicht ist, ist ein wirtschaftlicher Glasfasernetzausbau grundsätzlich möglich. Wo diese Anzahl entweder schon erreicht oder sogar historisch bedingt überschritten wird, kann ein weiteres, mit den bestehenden Netzen konkurrierendes Glasfasernetz – ohne Subventionen – nicht wirtschaftlich errichtet werden.

4 Komplikation der Theorie: Die realen Akteure des Glasfaserausbaus in Deutschland

4.1 Zu diesem Kapitel

Nachdem im vorherigen Kapitel der Markt theoretisch modelliert und dafür erheblich vereinfacht wurde, sollen in diesem Kapitel die realen Bedingungen in Deutschland betrachtet werden. Dazu werden die Marktpositionen und Strategieoptionen der einzelnen Akteure dargestellt und analysiert. Das Modell aus dem Vorkapitel soll genutzt werden, um in dieses an einzelnen Stellen reale Sachverhalte einzuarbeiten und deren Effekte zu analysieren.

In der Realität ist der Markt komplizierter als in Kapitel 3 dargestellt: (i) Die theoretische Möglichkeit in den Markt einzusteigen, muss von einem realen Akteur ausgeübt werden, der über entsprechende Ressourcen, Finanzmittel und Risikobereitschaft verfügt. (ii) Auch lassen sich die Akteure nicht mehr klar abgrenzen: Der DSL- oder Kabelnetzbetreiber können ebenfalls derjenige sein, der ein Glasfasernetz errichtet. (iii) Es können sogar mehrere Unternehmen sein, die zum Zwecke der Errichtung eines solchen Netzes miteinander kooperieren. (iv) Außerdem wurde vereinfachend für das Modell angenommen, dass es eine Identität von NetCo und InfCo gibt und auf dem ServCo-Markt perfekter Wettbewerb herrscht. Dem ist mitnichten so. Bei der Betrachtung der einzelnen Akteure sollen diese Modellannahmen weiter an die Realität angenähert werden.

4.2 Der (V)DSL-Netzbetreiber: Deutsche Telekom

4.2.1 Die Deutsche Telekom als Akteur

Die Deutsche Telekom ist Deutschlands größtes Telekommunikationsunternehmen, sowohl, was den Umsatz, als auch, was die Endkundenzahl angeht. Das Unternehmen gehört zu den wertvollsten Telekommunikationsunternehmen der Welt. Daher richten sich auch viele Augen auf die Deutsche Telekom, wenn es um die Frage geht, wer in Deutschland einen Glasfaserausbau durchführen könnte.

In der Realität gestaltet sich ein Glasfaserausbau für das Unternehmen selbst zumindest ambivalent: Die Deutsche Telekom verfügt mit dem DSL-Netz bereits über eine flächendeckende Infrastruktur, die zudem erst in den letzten Jahren mit Milliardeninvestition auf VDSL aufgerüstet wurde. Ein parallel zu dieser Infrastruktur von einem Dritten errichtetes Glasfasernetz, das mit ihr in den Wettbewerb tritt, ist zuallererst eine Bedrohung, die – wie in

Unterabschnitt 3.3.3 gezeigt – aufgrund der höheren Wettbewerbsintensität mit einer erheblichen Reduktion des Gewinns für den VDSL-Netzbetreiber verbunden ist. Auf der anderen Seite kann die Deutsche Telekom ihre Umsätze und Gewinne aber womöglich steigern, wenn sie selbst – allein oder in Kooperationen – Glasfasernetze errichtet. Das wiederum wäre aber erneut mit enormen Investitionen und Aufwänden verbunden.

Diese drei Momente wirken gegeneinander. Deswegen ist es nicht trivial, eine optimale Verhaltensweise für den realen VDSL-Netzbetreiber zu beschreiben. Das Unternehmen steht vor mehreren – durchaus kombinierbaren – Optionen: (i) Die Deutsche Telekom könnte selbst ein Glasfasernetz errichten, damit ihren Kundenstamm besser monetarisieren, ihre Wettbewerbsposition gegenüber dem Kabelnetz – wo dieses existiert – verbessern und womöglich Dritten mit dem Ausbau zuvorkommen – und das kombiniert mit vermutlich geringeren Ausbaukosten, als sie andere Ausbauende aufbringen müssten. (ii) Die Deutsche Telekom könnte aber auch versuchen, innerhalb von Kooperationen gemeinsam mit anderen einen Glasfaserausbau durchzuführen, womit negative Effekte auf sie zumindest abgemildert werden könnten. (iii) Das Unternehmen könnte aber auch Abschreckungsstrategien anwenden wollen, um Dritte von einem Glasfaserausbau abzuhalten.

Im Nachfolgenden sollen die unterschiedlichen Anreize und Strategien dargestellt und zueinander ins Verhältnis gesetzt werden.

4.2.2 Verhältnis zum Glasfasernetzausbau Dritter

Errichtet ein Dritter parallel zum VDSL-Netz der Deutschen Telekom ein konkurrierendes Glasfasernetz, bedeutet dies für den VDSL-Netzbetreiber zuerst einmal, dass sich sein Gewinn reduziert: Da wo bisher ausschließlich das VDSL-Netz existierte, die Deutsche Telekom – wenn auch durch Regulierung beschränkt – als InfCo und NetCo Monopolist war, muss sie sich erstmals einem Wettbewerb stellen. Da wo bisher neben dem VDSL-Netz bereits ein Kabelnetz bestand, wird aus einem Wettbewerb zwischen zwei Infrastrukturen nun erstmals ein Wettbewerb zwischen drei Infrastrukturen. In beiden Konstellationen bedeutet dies – wie in Unterabschnitt 3.3.3 gezeigt – eine Verschlechterung der Position der InfCo und NetCo des VDSL-Netzbetreibers.

Auf der ServCo-Ebene ist die Konstellation weniger kritisch: Es besteht die Möglichkeit, dass der neue Glasfasernetzbetreiber selbst Vorleistungen anbietet, die auch von der ServCo des VDSL-Netzbetreibers genutzt werden können. Dies würde auch bedeuten, dass die Deutsche Telekom als ServCo ihren Endkunden erstmals Tarife mit den hohen Bandbreiten des Glasfasernetzes anbieten kann – im Gebiet, wo heute ein Kabelnetz besteht, kann die Deutsche

Telekom dann womöglich erstmals im Segment M ein mit dem Kabelnetzbetreiber konkurrierendes Endkundenangebot machen.

Wichtiger, was Margen und Gewinne angeht, sind für den VDSL-Netzbetreiber – das entspricht auch den Betrachtungen in Kapitel 3 – allerdings die InfCo- und die NetCo-Ebenen, auf denen Monopol- beziehungsweise Oligopol-Gewinne möglich sind, während auf der ServCo-Ebene der Wettbewerb deutlich ausgeprägter ist. In Summe ist ein Ausbau eines Dritten damit für den VDSL-Netzbetreiber problematisch.

Folgt man dem numerischen Beispiel aus Unterabschnitt 3.3.1, wird die Stärke des Effekts deutlich. Wird ein Glasfasernetz eines Dritten parallel zum VDSL-Netz errichtet, ohne dass ein paralleles Kabelnetz existiert, schrumpfen die Gewinne des VDSL-Netzbetreibers im Gleichgewicht um 65 Prozent von 2.304 auf 817. Auch wenn in dieser Situation die Freiheiten des VDSL-Netzbetreibers durch Regulierung beschränkt sind – Vergleichsmaßstab ist nun das Gleichgewicht aus Unterabschnitt 3.4.4 – bedeutet der Bau des Glasfasernetzes durch den Dritten eine Reduktion des Gewinns des VDSL-Netzbetreibers von 1.820 auf 817, also um 1.003 beziehungsweise 55 Prozent.

Existiert ein paralleles Kabelnetz, sinkt der Gewinn des VDSL-Netzbetreibers im Gleichgewicht bei Ausbau eines Glasfasernetzes durch einen Dritten ebenfalls: Von vormals 958 auf 466, also um 492 beziehungsweise 51 Prozent.

Auch über die Zeit betrachtet – siehe Unterabschnitt 3.2.4 – sind die Gewinne deutlich niedriger, wenn auch der Verlust relativ wegen der zeitintensiven Migration zum neuen Gleichgewicht etwas geringer ausfällt:

Tabelle 31: **Gewinne über die Zeit des VDSL-Netzbetreibers nach Errichtung eines Glasfasernetzes durch einen New Entrant**

Szenario vor Glasfasernetzausbau	Gewinn über die Zeit von a ohne Glasfasernetzausbau	Gewinn über die Zeit von a mit Glasfasernetzausbau
Ausschließlich VDSL-Netz	291.238	170.539 (-41%)
Ausschließlich VDSL-Netz, aber reguliert	230.058	148.645 (-35%)
VDSL- und Kabelnetz	121.069	81.161 (-33%)

Ein Glasfaserausbau eines Dritten stellt den Glasfasernetzbetreiber folglich vor große Herausforderungen.

4.2.3 Der (V)DSL-Netzbetreiber als Glasfasernetzausbauender

4.2.3.1 Niedrigere Aufwände beim Netzausbau

Die Deutsche Telekom könnte auch selbst das Unternehmen sein, das – obwohl sie bereits über ein VDSL-Netz verfügt – ein Glasfasernetz ausbaut. In Abweichung zu Kapitel 3 soll vereinfachend angenommen werden, dass ein Glasfaserausbau des VDSL-Netzbetreibers schlicht bedeutet, dass die Deutsche Telekom ihre DSL-Infrastruktur durch eine Glasfaserinfrastruktur ersetzt, also von der Rolle des a in die Rolle des c übertritt – unter Wegfall von a. Dabei ergeben sich einige Besonderheiten.

Eine dieser Besonderheiten betrifft die Kosten des Glasfaserausbaus. Diese sind für den VDSL-Netzbetreiber geringer als für jemanden, der bisher über keine Infrastruktur verfügt. Das begründet sich aus zwei Sachverhalten: Zum einen kann die Deutsche Telekom Synergien nutzen, die sich daraus ergeben, dass sie teilweise für ihr Kupfernetz bereits über Leerrohre unter der Erde verfügt, in die neben die Kupferkabel – oder anstelle dieser – Glasfasern eingeführt werden können. Dadurch ergeben sich Kostenvorteile, was die absolute Höhe der Kosten eines Glasfaserausbaus angeht, gegenüber Unternehmen ohne Leerrohrinfrastruktur, die von Jay et al. (2012) mit rund sieben Prozent der Ausbaukosten geschätzt werden.

Auf der anderen Seite kann die Deutsche Telekom ihren Ausbau deutlich besser über die Zeit optimieren als Unternehmen, die neu in den Markt einsteigen. Während letztere, um überhaupt Teil des Marktes zu werden, relativ zügig sämtliche Teile des Netzes, also Homes Passed, Gebäudezuführungen und Im-Gebäude-Verkabelungen, errichten müssen, kann die Deutsche Telekom hier deutlich besser schrittweise vorgehen. Im ersten Schritt könnte beispielsweise nur der Homes-Passed-Teil errichtet werden. Gebäudezuführungen und Im-Gebäude-Verkabelungen würden erst mit Kundenauftrag – womöglich deutlich später – errichtet werden. Da die Endkunden in der Zwischenzeit mit Produkten auf DSL-Basis versorgt werden können, sind die längeren Ausbauzeiten bei der konkreten Bestellung deutlich einfacher zu vermitteln. Bestellt ein Endkunde beispielsweise einen Tarif aus dem Segment S, der auch auf Basis des VDSL-Netzes ohne zusätzlichen Investitionsaufwand angeboten werden könnte, könnte der konkrete Endkunde durchaus längerfristig auf dem VDSL-Netz versorgt werden. Erst wenn – womöglich viele Jahre später – der Endkunde einen Tarif aus dem Segment M beziehen möchte, muss wirklich die Gebäudezuführung und die Im-Gebäude-Verkabelung zu ihm hin errichtet werden. Daraus ergeben sich zwar insgesamt keine niedrigeren Kosten – am Ende muss für eine komplette Flächendeckung weiterhin jede einzelne Wohnung erschlossen werden. Aber die Kosten lassen sich über die Zeit strecken, woraus sich ein Zinsvorteil ergibt, der erheblich sein kann. Werden Gebäudezuführungen und

Im-Gebäude-Netzwerke beispielsweise nicht direkt initial vollständig, sondern über 20 Jahre verteilt errichtet, ergeben sich Zinsvorteile, die äquivalent zu einer Kostenreduktion von bis zu 12 Prozent wären.[181]

In Summe ergibt sich aus dem Leerrohrzugriff und dem optimierten Ausbau eine Reduktion der Investitionskosten von rund 20 Prozent für die Deutsche Telekom verglichen mit den Kosten eines Dritten, der weder über Leerrohre verfügt noch seinen Ausbau entsprechend optimieren kann.

4.2.3.2 Stärkere Monetarisierung der bestehenden Kunden

Ein Vorteil aus einem eigenen Glasfaserausbau für die Deutsche Telekom ist, dass die bestehende Kundenbasis durch das Abschöpfen von zusätzlicher Zahlungsbereitschaft in den bisher nicht bedienten höheren Bandbreitensegmenten von ihr besser monetarisiert werden könnte.

Solange allerdings die Nachfrage in den höheren Bandbreitensegmenten gering bleibt, ist die Monetarisierungschance, die sich daraus ergibt, ebenfalls gering. Im numerischen Beispiel in Unterabschnitt 3.3.2 wurde gezeigt, dass mit einem Glasfasernetz – ohne parallele Kabelinfrastruktur – nur eine geringe Steigerung der Umsätze möglich ist, im numerischen Beispiel wird mit dem Glasfasernetz ein um 11 Prozent höherer Gewinn erreicht als mit einem VDSL-Netz.

4.2.3.3 Stärker im Wettbewerb gegen das Kabelnetz

Deutlich stärker profitiert die Deutsche Telekom von einem eigenen Glasfaserausbau dort, wo ihre DSL-Infrastruktur sich im Wettbewerb mit einer Kabelinfrastruktur befindet. Dort generiert eine Glasfaserinfrastruktur im Gleichgewicht des numerischen Beispiels aus der besseren Monetarisierung der Kundenbasis und der verbesserten Wettbewerbsposition heraus rund 37 Prozent höhere Gewinne als eine DSL-Infrastruktur (+351), eine Differenz, die im Falle einer stärkeren Bandbreitenpräferenz über die Zeit noch weiter wächst. Mit dem Glasfaserausbau hat die Deutsche Telekom jetzt auch im Kabelgebiet das unzweifelhaft bessere Netz, was sich auch in einem höheren Marktanteil in allen Segmenten widerspiegeln würde.

[181] Entfallen wie von Jay et al. (2012) dargestellt rund 22 Prozent der Investitionskosten für die Errichtung eines FTTH-Netzes auf Gebäudezuführungen und Im-Gebäude-Verkabelungen und fallen die Ausbaukosten statt direkt im Ausbaujahr gleichverteilt über 20 Jahre an, so ergibt sich bei einer Abzinsung mit einem Zins von 10 Prozent ein Kostenvorteil, der 12 Prozent der initialen Investitionskosten entspricht. Dieser Wert unterschätzt die realen Einsparungen eher, da womöglich weitere Teile der Investition ebenfalls nach dieser Logik über die Zeit gestreckt werden können.

4.2.3.4 Ersetzungs- vs. Effizienzeffekt: Dritten zuvorkommen?

Das in den vorhergehenden Unterabschnitten Dargestellte lässt sich, begreift man den Glasfasernetzausbau als mögliche Innovation des VDSL-Netzbetreibers oder seiner Wettbewerber in einem Innovationswettbewerb, auch mit den Begrifflichkeiten eines Effizienz- und Ersetzungseffekts beschreiben. Ein Teil des Investitionsanreizes ergibt sich daraus, dass der VDSL-Netzbetreiber seine Gewinne mit der Investition in die Innovation steigert gegenüber einer Situation, in der er nicht investiert. Dies betrifft insbesondere die in Unterabschnitt 4.2.3.2 beschriebene stärkere Monetarisierung der bestehenden Kunden, aber auch die in Unterabschnitt 4.2.3.3 beschriebene Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Kabelnetz.[182] Allerdings ersetzt er mit einer Investition auch sein bisheriges Netz, mit dem er bereits Gewinne erzielt, woraus sich ein negativer Einfluss auf den Investitionsanreiz, der sogenannte Ersetzungseffekt[183], ergibt.

Im numerischen Beispiel ergeben sich, die Zusammenhänge aus Unterabschnitt 3.2.4 nutzend, für den VDSL-Netzbetreiber durch die Investition in einer Region ohne Kabelnetzkonkurrenz Gewinne über die Zeit von 311.124, mit Kabelnetzkonkurrenz von 149.587. Diese liegen nur geringfügig über seinen Gewinnen über die Zeit mit ausschließlich dem VDSL-Netz, also ohne Investition. Es zeigt sich daher deutlich, dass der Investitionsanreiz des VDSL-Netzbetreibers wegen des Ersetzungseffekts erwartungsgemäß erheblich geringer ausfällt als der eines New Entrants, der kein bestehendes eigenes Netz entwertet[184]:

Tabelle 32: **Gewinnsteigerung von VDSL-Netzbetreiber und New Entrant mit Ersetzungseffekt (ohne Investitionskosten)**

Position	VDSL-Netzbetreiber	New Entrant[185]
Ohne parallele Kabelinfrastruktur		
Gewinn über die Zeit ohne Innovation	291.238	0
Gewinn über die Zeit mit Innovation	311.124 (+19.886)	118.345 (+118.345)
Mit paralleler Kabelinfrastruktur		
Gewinn über die Zeit ohne Innovation	121.096	0
Gewinn über die Zeit mit Innovation	149.587 (+28.491)	72.565 (+72.565)

Der Ersetzungseffekt ist demnach stark ausgeprägt beim VDSL-Netzbetreiber, der sich mit seiner Investition entweder vollständig – ohne parallele Kabelinfrastruktur – oder zumindest teilweise – mit paralleler Kabelinfrastruktur – selbst ersetzen würde. Der Ausbauanreiz wird dabei so deutlich reduziert, dass es bei realistischen Annahmen für Ausbaukosten wohl kaum zu einem Glasfasernetzausbau durch ihn kommen würde.

[182] In diesem Abschnitt wird davon ausgegangen, dass der Kabelnetzbetreiber nicht selbst ein Glasfasernetz errichten würde. In 4.4.3.1 werden Szenarien diskutiert, in denen er dies womöglich doch tut.
[183] Vgl. Arrows (1962).
[184] Vgl. Arrows (1962). Für die New Entrants siehe Abschnitt 4.3.
[185] Vgl. für die konkreten Werte Unterabschnitt 3.5.1.

Ein weiter Teil des Investitionsanreizes ergibt sich allerdings zusätzlich daraus, dass der VDSL-Netzbetreiber bei eigener Innovation den Status eines Mono- oder Duopols erhalten könnte, während eine Innovation beziehungsweise ein Glasfasernetzausbau durch einen New Entrant zu einer verschärften Wettbewerbssituation mit mehr Anbietern führen würde. Der sogenannte Effizienzeffekt beschreibt diese Differenz zwischen dem Gewinn bei eigener Innovation des VDSL-Netzbetreibers gegenüber einer Situation mit einer Innovation durch einen anderen.[186] Hier entsteht ein starker Anreiz für den Incumbent, der Innovation eines Dritten sozusagen zuvorzukommen.

Dies gilt auch in der beschriebenen Situation. Die Gewinne des VDSL-Netzbetreibers sinken bei Markteintritt eines Dritten in einer Region mit einer Glasfaserinfrastruktur – wie in Unterabschnitt 3.3.3 gezeigt – erheblich, im numerischen Beispiel sowohl bei paralleler Kabelinfrastruktur als auch ohne diese um mehr als 50 Prozent. Bei eigener Innovation des VDSL-Netzbetreibers bleiben diese allerdings hoch und werden, wie in den beiden vorherigen Unterabschnitten gezeigt, sogar gesteigert. Dies gilt natürlich nur, soweit eine eigene Investition des VDSL-Netzbetreibers die Innovation eines Dritten auch wirksam verhindert, was hier als gegeben betrachtet werden soll: Sobald in einer Region ein erstes Glasfasernetz existiert, verschlechtern sich die wirtschaftlichen Bedingungen für ein zweites Glasfasernetz so sehr, dass letzteres nicht noch zusätzlich errichtet werden wird. Dies ergibt sich zum einen aus den Betrachtungen in Unterabschnitt 3.3.4, zum anderen auch daraus, dass die politische Akzeptanz für ein erneutes Aufreißen von Straßen und Bürgersteigen deutlich geringer sein wird, wenn bereits ein Glasfasernetz existiert. Der VDSL-Netzbetreiber kann also durch eine eigene Innovation in einer Region den Innovationen anderer zuvorkommen beziehungsweise diese blockieren.

Daraus ergeben sich folgende Investitionsanreize für den VDSL-Netzbetreiber unter Berücksichtigung des beschriebenen Effizienzeffekts:

Tabelle 33: **Gewinnsteigerung des VDSL-Netzbetreiber mit Effizienzeffekt (ohne Investitionskosten)**

Position	Gewinn über die Zeit des VDSL-Netzbetreibers
Ohne parallele Kabelinfrastruktur	
Innovation des New Entrants	170.539
Innovation des VDSL-Netzbetreibers	311.124 (+140.585)
Mit paralleler Kabelinfrastruktur	
Innovation des New Entrants	81.161
Innovation des VDSL-Netzbetreibers	149.587 (+68.426)

[186] Vgl. Gilbert/Newbery (1982).

Für den Incumbent ergeben sich unter Berücksichtigung des Effizienzeffekts deutlich stärkere Innovationsanreize. Im Monopolgebiet – also ohne parallele Kabelinfrastruktur – hat der VDSL-Netzbetreiber jetzt sogar einen stärkeren Investitionsanreiz als ein New Entrant.

Wird die Bandbreitenneigung stärker, wird der Effizienzeffekt sogar noch stärker und dominiert noch deutlicher den schwächer werdenden Ersetzungseffekt:

Tabelle 34: **Gewinnsteigerung des VDSL-Netzbetreiber mit Effizienzeffekt (ohne Investitionskosten) bei stärkerer Bandbreitenneigung**	
Position	Gewinn über die Zeit des VDSL-Netzbetreibers
Ohne parallele Kabelinfrastruktur	
Innovation des New Entrants	152.285
Innovation des VDSL-Netzbetreibers	331.224 (+178.939)
Mit paralleler Kabelinfrastruktur	
Innovation des New Entrants	57.775
Innovation des VDSL-Netzbetreibers	157.450 (+99.675)

In einer Situation, in der es sicher zu einem Markteintritt mit Glasfaserausbau durch einen New Entrant käme, wenn der VDSL-Netzbetreiber nicht selbst ein Glasfasernetz ausbauen würde, hätte letzter folglich starke Anreize, diese Investition selbst zu tätigen.

4.2.3.5 Dritten zuvorkommen unter Unsicherheit

Allerdings ist unsicher, ob es wirklich zu einem Markteintritt beziehungsweise zu einer Innovation durch einen New Entrant kommt, womit sich der Investitionsanreiz des VDSL-Netzbetreibers gegenüber einer Situation mit dessen sicheren Markteintritt wieder verringert, weil sich der Effizienzeffekt reduziert.[187] Es soll wieder das numerische Beispiel bemüht werden, mit einigen Modifikationen, um sich den realen Investitionsanreizen anzunähern. Der VDSL-Netzbetreiber soll nun mit einer Wahrscheinlichkeit von p annehmen, dass es in einer Region zu einem Glasfaserausbau eines Dritten kommt. Tritt dies ein, reduziert sich der Gewinn, den der VDSL-Netzbetreiber über die Zeit erzielen kann, erheblich. Der Erwartungswert seiner Gewinne über die Zeit sieht nun, die Zusammenhänge aus Unterabschnitt 3.2.4 nutzend, wie folgt aus:

$$E(\Pi^a) = (1-p) * (\frac{1}{1-q}\overline{\Pi}^a_{\neg c}) + p * (\frac{1}{1-\mathrm{q}}\overline{\Pi}^a_{+c} + \frac{1-q^{\Phi+1}}{1-q} * (\overline{\Pi}^a_{\neg c} - \overline{\Pi}^a_{+c}) - \frac{\Phi \mathrm{q}^{\Phi+2} - (\Phi+1)\mathrm{q}^{\Phi+1} + q}{\Phi(1-q)^2} * (\overline{\Pi}^a_{\neg c} - \overline{\Pi}^a_{+c})) \quad (87)$$

[187] Vgl. Reinganum (1983).

Beziehungsweise im numerischen Beispiel, jeweils für den Fall ohne oder mit Kabelnetz:

$$E(\Pi^a)_{\neg b} = (1-p) * (291.238) + p * (170.539) \quad (88)$$

$$E(\Pi^a)_{+b} = (1-p) * (121.096) + p * (81.161) \quad (89)$$

Diesen Einnahmen im Fall, dass der VDSL-Netzbetreiber nicht selbst Glasfaser ausbaut, stehen zwei Positionen gegenüber: Sowohl die Ausbaukosten von $C = 0{,}8 * 120.000 = 96.000$, entsprechend dem numerischen Beispiel, allerdings reduziert um 20 Prozent entsprechend den Annahmen aus Unterabschnitt 4.2.3.1. Aber auch die Einnahmen, die sich im Falle eines von ihm selbst ausgebauten Glasfasernetzes ergeben. Dies sind im numerischen Beispiel ohne Kabelnetzkonkurrenz über die Zeit 311.124, mit Kabelnetzkonkurrenz 149.587. In Summe ergibt sich damit über die Zeit folgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aus Perspektive des VDSL-Netzbetreibers:

Tabelle 35: **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des VDSL-Netzbetreibers mit unsicherem Markteintritt eines New Entrants**

Position	Effekt ohne parallele Kabelinfrastruktur	Effekt mit paralleler Kabelinfrastruktur
a) Gewinn mit eigenem Ausbau	+311.124	+149.587
b) Ausbaukosten	-96.000	-96.000
c) Gewinn ohne eigenen Ausbau	$-((1-p) * 291.238 + p * 170.539)$	$-((1-p) * 121.096 + p * 81.161)$
Summe (a+b+c)	$-76.114 + p * 120.699$	$-67.509 + p * 39.935$
Kritische Wahrscheinlichkeit p	63 %	-

Nimmt der VDSL-Netzbetreiber folglich im Gebiet ohne Kabelwettbewerb an, dass die Wahrscheinlichkeit des Ausbaus eines Dritten über 63 Prozent liegt, wäre es für ersteren rational, letzterem mit einem eigenen Ausbau zuvorzukommen. Im Kabelgebiet würde selbst bei Annahme einer Ausbauwahrscheinlichkeit eines Dritten von 100 Prozent für den VDSL-Netzbetreiber ein zuvorkommender Ausbau nicht wirtschaftlich sein.

Verstärkt sich die Präferenz für höhere Bandbreiten – der Logik von Unterabschnitt 3.4.1 folgend –, ändert sich diese Kalkulation:

Tabelle 36: **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des VDSL-Netzbetreibers mit unsicherem Markteintritt eines New Entrants bei stärkerer Bandbreitenneigung**		
Position	Effekt ohne parallele Kabelinfrastruktur	Effekt mit paralleler Kabelinfrastruktur
a) Gewinn mit eigenem Ausbau	+331.224	+157.450
b) Ausbaukosten	-96.000	-96.000
c) Gewinn ohne eigenen Ausbau	$-((1-p)*291.238+p*152.285)$	$-((1-p)*94.916+p*57.775)$
Summe (a+b+c)	$-56.014+p*138.953$	$-33.466+p*37.141$
Kritische Wahrscheinlichkeit p	40 %	90 %

Steigt die Bandbreitenneigung entsprechend, wird es für den VDSL-Netzbetreiber schon bei einer deutlich geringeren Ausbauwahrscheinlichkeit eines Dritten wirtschaftlich, diesem mit einem eigenen Glasfasernetzausbau zuvorzukommen. Dies liegt zum einen daran, dass sein Verlust im Falle des Ausbaus eines Dritten größer wird, zum anderen daran, dass er mit seinem eigenen Ausbau nun eine größere Umsatzsteigerung erfährt, der stärker werdende Effizienzeffekt dominiert folglich den schwächer werdenden Ersetzungseffekt noch stärker. Auch bei paralleler Kabelinfrastruktur wird der Ausbau des VDSL-Netzbetreibers nun denkbar.

4.2.3.6 Zusammenfassung

Um zu bewerten, ob in Deutschland der VDSL-Netzbetreiber selbst einen Glasfaserausbau durchführt, ist der Summenstrich unter unterschiedliche Momente zu ziehen: Er steigert zwar seinen Umsatz und Gewinn nach Ausbau dadurch, dass er seine Kundenbasis besser monetarisiert und seine Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Kabelnetz verbessert. Beides zusammen ist aber – in einem realistischen Parameterrahmen – noch nicht ausreichend, damit er seine Investition zurückverdienen kann. Sein Anreiz für einen eigenen Ausbau ist auch – werden nur diese Punkte betrachtet – aufgrund des Ersetzungseffekts deutlich geringer als der für einen New Entrant.

Allerdings steht das Unternehmen durch den potenziellen Wettbewerb, der vom Glasfaserausbau eines New Entrants ausgeht, erheblich unter Druck. Wird die Wahrscheinlichkeit, dass ein Dritter in einer bestimmten Region ein neues Netz errichtet, entsprechend hoch eingeschätzt, macht es für den VDSL-Netzbetreiber durchaus Sinn, diesem mit einem eigenen Glasfaserausbau zuvorzukommen. Der Effizienzeffekt gibt ihm folglich einen deutlich stärkeren Anreiz für einen eigenen Ausbau. Dies gilt insbesondere dann, wenn seine Erwartung gleichzeitig ist, dass die Präferenzen der Endkunden sich zeitnah stark zu den hohen Bandbreiten verschieben.

In Summe über diese Faktoren – und unter Berücksichtigung der diskutierten günstigeren Investition – ergibt sich damit durchaus die Chance, dass der VDSL-Netzbetreiber derjenige ist, der selbst Glasfasernetze errichtet. Wesentlich dafür ist, ob auch New Entrants potenziell in den Markt einsteigen würden.[188]

4.2.4 Kooperationsstrategien des VDSL-Netzbetreibers

4.2.4.1 Grundsätzliche Logik des VDSL-Netzbetreiber zu Kooperationen

Die Deutsche Telekom hat sich öffentlich dazu bekannt, für den Glasfaserausbau Kooperationen eingehen zu wollen.[189] Nachfolgend soll die Logik solcher Kooperationen aus Perspektive des VDSL-Netzbetreibers dargestellt und analysiert werden. Maßgeblich sollen dafür die drei Kooperationsvarianten aus Unterabschnitt 2.3.4 sein.

Zwei wesentliche Beiträge könnte der VDSL-Netzbetreiber in eine Kooperation einbringen: Er könnte durch Einschränkungen auf seinem VDSL-Netz den Wettbewerbs- und Preisdruck im Markt reduzieren. Außerdem könnte er die in Unterabschnitt 4.2.3.1 beschriebenen Kostenreduktionspotenziale mit in die Kooperation einbringen.

Der Extremfall der Reduktion des Wettbewerbsdrucks ist, dass beide Kooperationspartner sich auf die Kapazität (und damit die Preise) des Monopolszenarios verständigen würden, wobei diese Kapazität noch auf Glasfaser- und VDSL-Netz zu verteilen wäre. Im numerischen Beispiel beträgt der summierte Gewinn von VDSL- und Glasfasernetzbetreiber im Wettbewerb – siehe Unterabschnitt 3.3.3.2 – 2.275. Im Monopolszenario – auf Basis des Glasfasernetzes wegen der niedrigeren Kapazitätskosten – wäre der Gewinn – siehe Unterabschnitt 3.3.2.3 – 2.549, also 274 höher. Rechnet man hier nicht eine einzelne Periode, sondern entsprechend der Logik aus Unterabschnitt 3.2.4 den Gewinn über die Zeit, beträgt die abgezinste Gewinnsteigerung durch den reduzierten Wettbewerb 22.240.[190]

---

[188] Ein weiterer Werttreiber eines Glasfaserausbaus für den VDSL-Netzbetreiber könnte sein, wenn dieser mit dem Ausbau außerhalb des Kabelgebiets Regulierungserleichterungen erfährt. Diese Regulierungserleichterungen müssten allerdings sowohl das Glasfaser- als auch das VDSL-Netz betreffen und so stark sein, dass höhere Preise am Markt realisiert werden können. Im Ergebnis würde sich dann das Gleichgewicht unter Regulierung aus Unterabschnitt 3.4.4 mehr in Richtung des Glasfasermonopols aus Unterabschnitt 3.3.2.3 verschieben. Regulierungserleichterungen werden derzeit von der Politik auch diskutiert, allerdings ausschließlich für das Glasfaser- und nicht für das VDSL-Netz. Letzteres wiederum dürfe auch nur abgeschaltet werden, wenn auf dem Glasfasernetz gleiche Preise wie auf dem VDSL-Netz angeboten werden. Daraus ergeben sich dann keine wesentlichen Vorteile für den VDSL-Netzbetreiber, weswegen das Thema hier nur in dieser Fußnote abgehandelt werden soll.

[189] Vgl. Tenbrock/Wernick (2020).

[190] Der abgezinste Gewinn über die Zeit im Wettbewerbsszenario beträgt für den Glasfasernetzbetreiber 118.345 (siehe Unterabschnitt 3.5.1), für den VDSL-Netzbetreiber beträgt er 170.539 (siehe Unterabschnitt 4.2.2). Wird stattdessen nun der Gewinn über die Zeit abgezinst, den ein monopolistischer Glasfasernetzbetreiber erzielt, der ohne Wettbewerber ist (mit einem Periodengewinn von 2.549), ergeben sich 311.124 (siehe Unterabschnitt 4.2.3.5). Daraus ergibt sich die Differenz von 22.400.

Schon, wenn ein geringer Teil dieses Kooperationsgewinns beim VDSL-Netzbetreiber landen würde, wäre die Kooperation für ihn vorteilhaft. Dabei gibt es jedoch eine Einschränkung: Dies gilt nur unzweifelhaft, sobald die Glasfaserinfrastruktur von einem Dritten bereits errichtet wurde – oder wenn der VDSL-Netzbetreiber mit hundertprozentiger Sicherheit annimmt, dass dieser diese errichten wird. Ist dies nicht der Fall, verhandelt der VDSL-Netzbetreiber also mit einem Unternehmen, das nur potenziell ein Glasfasernetz errichten würde, steht er vor einem Dilemma: Mit dem Abschluss der Kooperation kommt es auf jeden Fall zu diesem Ausbau. Die Gewinne des VDSL-Netzbetreibers sind aber dann am höchsten, wenn es zu eben diesem Ausbau nicht kommt. Selbst wenn er den gesamten Kooperationsgewinn für sich beanspruchen würde – was den erfolgreichen Abschluss von Verhandlungen schwierig machen könnte – würde er immer noch nicht das Niveau an Gewinn erreichen, das sich für ihn bei Ausbleiben des Ausbaus ergeben würde. Damit hängt auch hier seine Kooperationsbereitschaft von der Einschätzung ab, wie hoch die Wahrscheinlichkeit p für den Ausbau durch einen Dritten ist.[191] Modelliert bedeutet dies: z sei der mögliche Kooperationsgewinn, den die Kooperationspartner verteilen können, α der Anteil des VDSL-Netzbetreibers daran.[192] G_1 sei der Gewinn, den der VDSL-Netzbetreiber erzielt, wenn es zu einem Ausbau des Dritten kommt, aber nicht zu einer Kooperation. G_2 sei der Gewinn, den er erzielen würde, wenn es nicht zu einem Glasfasernetzausbau des potenziellen Kooperationspartners käme. Dann hinge seine Kooperationsbereitschaft von folgendem Kalkül ab, kooperieren würde er genau dann, wenn gilt:

$$G_1 + \alpha * z > p * G_1 + (1 - p) * G_2 \tag{90}$$

Der linke Teil der Ungleichung beschreibt den Gewinn, den der VDSL-Netzbetreiber in einer Kooperation abhängig von seinem Anteil am Kooperationsgewinn α erzielt. Der rechte Teil beschreibt den erwarteten Gewinn, den er ohne Kooperation erzielt, wobei er mit $(1 - p)$ darauf setzt, dass es nicht zum Ausbau eines Dritten kommt und er deswegen einen höheren Gewinn erzielt.[193]

Die Umformung von (90) ergibt:

$$\alpha * z > (1 - p) * (G_2 - G_1) \tag{91}$$

Im numerischen Beispiel ergäben sich die Parameter für diese Gleichung wie folgt:

[191] Dieser Dritte kann auch durchaus ein anderer sein als der, mit dem kooperiert werden würde.
[192] α kann maximal 1 betragen, ansonsten würde sich der Kooperationspartner durch die Kooperation gegenüber einem Alleingang im Wettbewerb mit dem VDSL-Netzbetreiber verschlechtern.
[193] Die Ausbaukosten werden in dieser Gleichung vom Kooperationspartner des VDSL-Netzbetreibers getragen. In der vertraglichen Ausgestaltung mag das anders abgebildet werden, in der wirtschaftlichen Substanz ist es aber sicherlich zutreffend: Nur, wenn der Kooperationspartner die Ausbaukosten vollständig durch Gewinne über die Zeit ausgleichen kann, steigt er in den Markt ein.

Tabelle 37: **Parameter für Berechnung der Kooperationsbereitschaft des VDSL-Netzbetreibers (ohne parallele Kabelinfrastruktur)**	
Parameter	Wert
z	22.240
G_1	170.539[194]
G_2	291.238[195]

Damit ergäbe sich die Kooperationsbereitschaft des VDSL-Netzbetreibers in Abhängigkeit von seiner Einschätzung von p wie folgt:

Tabelle 38: **Mindestforderung des VDSL-Netzbetreibers für eine Kooperation (ohne parallele Kabelinfrastruktur)**	
p	Mindestforderung für α
<80%	Kein Kooperationspotenzial ($\alpha > 1$)
90%	54%
95%	27%
100%	>0%

Es bedarf folglich einer recht hohen erwarteten Wahrscheinlichkeit des Markteintritts eines Glasfasernetzausbauenden, damit der VDSL-Netzbetreiber sich überhaupt auf eine Kooperation einlassen kann. Sobald aber letzterer die Wahrscheinlichkeit des Markteintritts als sehr hoch einschätzt, ergibt sich rechnerisch eine Chance für eine Kooperation, bei der der VDSL-Netzbetreiber allerdings selbst bei einer eingeschätzten Eintrittswahrscheinlich von 90 Prozent den größeren Teil des Kooperationsgewinns (54 Prozent) für sich beanspruchen muss, damit sie für ihn vorteilhaft ist. Schätzt der VDSL-Netzbetreiber die Eintrittswahrscheinlichkeit noch höher ein, gibt er sich mit einem immer geringeren Anteil am Kooperationsgewinn zufrieden.

Gelingt es durch die Kooperation Einsparungen beim Ausbau zu erreichen – analog zu den Betrachtungen in Unterabschnitt 4.2.3.1 – ist der Kooperationsgewinn entsprechend höher. Im numerischen Beispiel stiege z dann von 22.240 auf 46.240[196]. Damit ergibt sich deutlich mehr Einigungsspielraum:

[194] Siehe Unterabschnitt 4.2.2.
[195] Siehe Unterabschnitt 4.2.2.
[196] Dies ist die Summe aus dem marktseitigen Kooperationsgewinn von 22.240 und den eingesparten Ausbaukosten durch Leerrohrnutzung und optimierter zeitlicher Verteilung von 24.000 aus Unterabschnitt 4.2.3.1.

Tabelle 39: **Mindestforderung des VDSL-Netzbetreibers für eine Kooperation unter Berücksichtigung von Ausbausynergien (ohne parallele Kabelinfrastruktur)**	
p	Mindestforderung für α
<60%	Kein Kooperationspotenzial ($\alpha > 1$)
70%	78%
80%	52%
90%	26%
100%	>0%

In diesem Fall führt der gestiegene Kooperationsgewinn folglich dazu, dass der VDSL-Netzbetreiber sich mit einem kleineren Anteil an diesem als Verhandlungsergebnis mit dem eintretenden Glasfasernetzausbauenden zufriedengeben kann.

Grundsätzlich gilt das gleiche wie hier beschrieben auch für den Fall, dass parallel eine Kabelinfrastruktur existiert. Allerding ist das Bild hier vertrackter: Da der Kooperationsgewinn durch Mengenzurückhaltung erreicht wird, profitieren hier nicht nur die kooperierenden Unternehmen, sondern vor allem auch der Kabelnetzbetreiber, der nicht Teil der Kooperation ist. Damit kann sich sogar ein negativer Kooperationsgewinn auf der Marktseite ergeben, der von den Ausbausynergien ebenfalls ausgeglichen werden müsste.

4.2.4.2 Mittelfristig: Signaling im Markt als zusätzliches Problem?

Für eine exogen vorgegebene Markteintrittswahrscheinlichkeit eines Dritten mit einer Glasfaserinfrastruktur ist die Situation aus der Perspektive des VDSL-Netzbetreibers damit beschrieben. Allerdings ist diese Markteintrittswahrscheinlichkeit mitnichten exogen vorgegeben. Vielmehr beeinflusst der VDSL-Netzbetreiber diese mit seinem Verhalten. Dieser Gedanke folgt folgender Intuition: Es handelt sich bei dem Glasfaserausbau um regionale Projekte. In den Folgeperioden überlegen in anderen Regionen womöglich andere New Entrants, ob sie einen eigenen Glasfaserausbau starten. Wenn diese New Entrants sich darauf verlassen können, dass sie, sobald sie ihr Netz erst einmal errichtet haben, aus einer starken Verhandlungsposition heraus mit dem VDSL-Netzbetreiber verhandeln können und dieser sicher mit ihnen eine Kooperation eingeht, würde dies die Wahrscheinlichkeit eines Markteinstiegs erhöhen: Der nicht vom VDSL-Netzbetreiber beanspruchte Teil des Kooperationsgewinns $(1 - \alpha) * z$ steigert den Gewinn des New Entrants. Mit jeder eingegangenen Kooperation muss der VDSL-Netzbetreiber also – entgegen seiner Interessen – damit rechnen, dass weitere Akteure motiviert werden, in den Glasfaserausbau einzusteigen. Womöglich sogar dort, wo ohne erwartete Kooperation mit ihm – und ohne dem mit dieser verbundenen Anteil am Kooperationsgewinn – kein wirtschaftlicher Ausbau eines Dritten zustande gekommen wäre.

Dieser Sachverhalt soll modelliert werden. Angenommen, es sei allgemein bekannt, dass der VDSL-Netzbetreiber für sich einen Anteil $\alpha = \hat{\alpha} < 1$ am Kooperationsgewinn beansprucht. Außerdem handele es sich um eine Region, in der die Ausbaukosten C – abweichend vom numerischen Beispiel – gerade so hoch sind, dass einem New Entrant noch Λ bis zur Wirtschaftlichkeit ohne Kooperation fehlt, was allerdings nur der New Entrant weiß. Es ergibt sich dann folgendes Spiel:

Tabelle 40: **Spiel zwischen VDSL-Netzbetreiber und New Entrant bezüglich Markteinstieg und Kooperation (ohne paralleles Kabelnetz)**

	DSL-Netzbetreiber: Kooperation verweigern	DSL-Netzbetreiber: Kooperation eingehen
New Entrant: Einsteigen	$-\Lambda$ / G_1	$-\Lambda + (1-\hat{\alpha})z$ / $G_1+\hat{\alpha}z$
New Entrant: Nicht einsteigen	0 / G_2	0 / G_2

„Einsteigen“ und „Kooperieren“ ist damit genau dann ein Gleichgewicht, wenn $(1-\hat{\alpha})z > \Lambda$ ist. Damit ist offensichtlich, dass die Kooperationsmöglichkeit mit dem VDSL-Netzbetreiber durchaus die Markteinstiegswahrscheinlichkeit steigert.

Der VDSL-Netzbetreiber kann dies auf unterschiedlichen Wegen zumindest teilweise mitigieren: (i) Je zuverlässiger er die Ausbaukosten seines Gegenübers einschätzen kann, desto wahrscheinlicher geht er nur Kooperationen ein, bei denen er nicht den Ausbau selbst erst herbeiführt. (ii) Je größer der Anteil am Kooperationsgewinn ist, den er für sich selbst beansprucht, desto seltener führt die Kooperation zu ebendiesem Ausbau. Damit steigen allerdings wieder die Transaktionskosten und das Risiko, dass wegen unvollständiger Information auch sinnvolle Kooperationen nicht zustande kommen. (iii) Je weniger für einen New Entrant absehbar ist, welches α vom VDSL-Netzbetreiber angeboten wird, desto unsicherer wird seine Perspektive. Der VDSL-Netzbetreiber hat daher den Anreiz, sowohl das Bekanntwerden von vereinbarten Konditionen zu verhindern als auch möglichst wenig zu standardisieren, so dass gar nicht erst eine Vergleichbarkeit und damit Kalkulierbarkeit entsteht.

Gleichwohl gilt: Auch wenn der VDSL-Netzbetreiber Vorsicht walten lassen muss, gibt es für ihn sinnvolle Kooperationen, bei denen davon auszugehen ist, dass er sie eingeht.

4.2.4.3 Friktionen in realen Kooperationsmodellen

Der im vorhergehenden Unterabschnitt ausgewiesene Kooperationsgewinn (zuzüglich gegebenenfalls existierender Ausbausynergien) entsteht dann, wenn die Kooperationspartner – der VDSL-Netzbetreiber und der New Entrant – ihr Verhalten perfekt aufeinander abstimmen. In der Realität wird sich das in dieser Form nicht einstellen, an bestimmten Stellen werden sich Transaktionskosten und Friktionen aus der Kooperation heraus ergeben.

Um den beschriebenen Kooperationsgewinn auf Marktseite zu generieren, müssten die Kooperationspartner nach außen wie ein Unternehmen agieren – und das nicht nur bezogen auf das Glasfasernetz, sondern integriert über das Glasfaser- und VDSL-Netz. Das ist für die Glasfaserinfrastruktur vorstellbar, soweit ein Konstrukt gewählt wird, bei dem das Gemeinschaftsunternehmen in die Rolle der NetCo eintritt und diese exklusiv auf dieser Marktstufe agiert, also der Variante (i) oder (ii) aus Unterabschnitt 2.3.4 entspricht. Es bedeutet aber zusätzlich auch, dass das heute regulierte VDSL-Netz mitintegriert werden müsste. Die Deutsche Telekom kann sicherlich bezüglich ihrer integrierten ServCo, also ihre eigenen Endkunden betreffend, solche Zusagen machen. Regulatorisch wäre sie aber heute weiterhin dazu verpflichtet, auf dem VDSL-Netz aktive Vorleistungsprodukte für Dritte anzubieten, was von anderen ServCos durchaus genutzt werden könnte und den VDSL-Netzbetreiber zu zusätzlichem Kapazitätsaufbau zwingt. Damit kann die DSL-Infrastruktur maximal teilweise kooperationsgewinn-stützend gesteuert werden und große Teile eines möglichen Kooperationsgewinns gehen verloren. Gibt es mehr als eine NetCo auf dem Glasfasernetz – entsprechend beispielsweise der Variante (iii) aus Unterabschnitt 2.3.4 – besteht sogar schon Wettbewerb auf diesem und der Kooperationsgewinn fällt noch einmal geringer aus.

Auch den größten Teil des Baukostenvorteils, die zeitliche Optimierung der Investitionskosten, kann der VDSL-Netzbetreiber – solange er reguliert ist – nur bedingt in eine Kooperation einbringen: Während er für sich selbst die Investitionskosten entsprechend optimieren könnte, kann er aufgrund der regulatorischen Nicht-Diskriminierungs-Vorgaben seinem Kooperationspartner auf dem VDSL-Netz keine Sonderkonditionen anbieten. Dieser ist damit wahrscheinlich darauf angewiesen, dass das Glasfasernetz zügig errichtet wird, dort wo er einen Endkunden gewinnen. Damit reduziert sich der Kooperationsgewinn weiter. Kommen vereinfachend angenommen die Hälfte der Kunden vom VDSL-Netzbetreiber und die andere Hälfte von einem Kooperationspartner und nutzt der VDSL-Netzbetreiber für seine eigenen Endkunden die in Unterabschnitt 4.2.3.1 beschriebene zeitliche Optimierungsstrategie, der Partner aber für seine Endkunden nicht, halbiert sich der positive Effekt, der sich ergäbe – die zusätzlichen Transaktionskosten, die sich aus der komplexen Verhandlung eines so asymmetrischen Konstrukts ergeben, noch gar nicht berücksichtigt.

Aus dieser und weiteren Asymmetrien, die sich ergeben, weil nur die Deutsche Telekom über ein VDSL-Netz verfügt, entstehen ebensolche Transaktionskosten. Grundsätzlich sind komplexe Verhandlungen mit erheblichen Aufwänden verbunden[197], da Interessengegensätze auch in Zukunft fortbestehen und dafür entsprechende Verträge entwickelt und verhandelt werden müssen, die allen Partnern hinreichende Sicherheit geben, auch im Konfliktfall Lösungen zu finden. Dass zusätzlich noch jeder Partner einen erheblichen Investitionsbetrag

[197] Vgl. Weiss (1993).

einzubringen hat, der mit Unterschrift unter einen Kooperationsvertrag zumindest teilweise der Disposition und späteren Umsteuerung entzogen wird, steigert vermutlich ebenfalls das Sicherheitsbedürfnis und damit die Transaktionskosten.

Alle drei Faktoren, die regulatorisch bedingte eingeschränkte Steuerbarkeit des VDSL-Netzes, die Einschränkungen bei der Nutzung der zeitlichen Optimierung beim Ausbau und die hohen Transaktionskosten einer komplexen Verhandlung und Vereinbarung mindern den möglichen Kooperationsgewinn.

4.2.4.4 Zusammenfassung

Kooperationen mit Unternehmen, die eigene Glasfasernetze errichten können, machen aus Sicht des VDSL-Netzbetreiber unter bestimmten Bedingungen Sinn. Entscheidende Parameter für die Bewertung eines Kooperationsangebots eines solchen New Entrants sind die Wahrscheinlichkeit, mit der dieser auch ohne Kooperation ein Glasfasernetz errichten, und, inwieweit der entstehende Kooperationsgewinn vom VDSL-Netzbetreiber vereinnahmt werden könnte. Friktionen und Transaktionskosten stellen allerdings ein reales Problem dar, das den Kooperationsgewinn auch aufzehren kann. Dies wird verstärkt durch die Vorsicht, die der VDSL-Netzbetreiber walten lassen muss, um nicht durch ein ungewolltes Signaling in den Markt weitere Dritte zu motivieren, einen – für den VDSL-Netzbetreiber auch mit einer Kooperation in Summe nachteiligen – Glasfaserausbau anzugehen.

Es ist aber trotz dieser Bedingungen davon auszugehen, dass der VDSL-Netzbetreiber auch im realen Markt Kooperationen suchen wird. Dies deckt sich mit dem realen Verhalten der Deutschen Telekom in Deutschland und dem anderer VDSL-Netzbetreiber in Europa.

4.2.5 Strategien zur Verhinderung des Ausbaus Dritter

4.2.5.1 Logik einer Abschreckungsstrategie

Der Glasfaserausbau eines Dritten bedeutet für den VDSL-Netzbetreiber eine erhebliche Gewinnreduktion. Er könnte deswegen geneigt sein – wie jeder Monopolist – zu versuchen, den Ausbau eines Dritten durch Abschreckung zu verhindern. Um dies spieltheoretisch zu modellieren und zu überprüfen, ob der Versuch erfolgsversprechend ist, sollen unterschiedliche Annahmen getroffen werden:

> *(I) Es wird eine begrenzte Anzahl von Runden (T) gespielt.*
>
> *(II) In jeder Runde entscheidet in n Regionen jeweils ein potenzieller New Entrant darüber, ob er in den Markt einsteigt und ein Glasfasernetz errichtet. Die unterschiedlichen New Entrants handeln isoliert.*

Die einzelnen Regionen sollen sich zudem in ihren Ausbaukosten C unterscheiden.

(III) Der VDSL-Netzbetreiber kann auf die Errichtung eines Glasfasernetzes eines New Entrants in einer Region entweder mit „Akzeptanz“ oder „Kampf“ reagieren. Wählt er „Kampf“, entstehen sowohl ihm als auch dem New Entrant Kosten.

Angenommen, es gäbe nur eine Region und nur eine Runde, dann wäre es für den VDSL-Netzbetreiber rational, mit „Akzeptanz“ auf den Markteinstieg des New Entrants, der zuerst zieht, zu reagieren:

Tabelle 41: **Spiel zwischen VDSL-Netzbetreiber und New Entrant bezüglich Markteinstieg und Abschreckung (ohne paralleles Kabelnetz)**

	VDSL-Netzbetreiber: Kampf	VDSL-Netzbetreiber: Akzeptanz
New Entrant: Einsteigen	$N_2 - C$ / G_3	$N_1 - C$ / G_1
New Entrant: Nicht einsteigen	0 / G_2	0 / G_2

G sind die Gewinne des VDSL-Netzbetreibers in den jeweiligen Konstellationen. Es gilt dabei: $G_2 > G_1 > G_3$. N sind die Gewinne des New Entrants bei Markteinstieg. Es gilt: $N_1 > N_2$. „Akzeptanz“ ist der vorteilhaftere Zug des VDSL-Netzbetreibers als Reaktion auf den Markteinstieg des New Entrants, wenn die Wirkung auf die anderen Regionen nicht berücksichtigt wird. Allerdings kann seine Entscheidung – wie eingangs beschrieben – ebendiese Wirkung auf die Entscheidung der New Entrants in anderen Regionen haben.

(IV) Über die Zeit steigen die Gewinne, die die New Entrants bei Markteinstieg erzielen.

Diese Annahme folgt folgender Intuition: Mit der Zeit steigt die Bandbreitenpräferenz der Endkunden, so dass der New Entrant mit seinem Glasfaserausbau immer höhere Gewinne erzielt. Wesentliche Parameter des in Kapitel 3 beschriebenen Modells für die Bandbreitenpräferenz sind a_2 und a_3. Diese steigen über die Zeit. Mit jeder Runde wird der Einstieg in den Markt interessanter, N_1 und N_2 steigen ebenfalls an. Irgendwann wird die Gewinnsteigerung so hoch sein, dass der New Entrant sich nicht mehr abschrecken lässt, auch wenn der VDSL-Netzbetreiber „Kampf“ wählt. Aus dieser Intuition rechtfertigt sich auch Annahme (I), dass dieses Spiel nur eine endliche Anzahl an Runden gespielt wird.

Aus Perspektive des VDSL-Netzbetreibers entstehen mit jedem „Kampf“-Zug Kosten. In jeder Runde stellt er sich die Frage, ob er „Kampf“ noch aufrechterhält oder ob er zu „Akzeptanz“ wechselt. Sein Ziel ist es nicht, den Markteintritt der New Entrants zu verhindern – dies ist, siehe die Überlegungen zu Annahme (IV), nicht möglich –, sondern den

Markteintritt zu verzögern. Es soll angenommen werden, dass die New Entrants ihm nur dann glauben, dass er noch an „Kampf“ festhält, wenn er auf alle Markteinstiege zuvor mit diesem Zug reagiert und in allen Runden seitdem in den betroffenen Regionen ebenfalls diesen Zug gewählt hat. Seine Strategien seien also wie folgt beschränkt:

> *(V) Die Strategien des VDSL-Netzbetreibers seien in der Form beschränkt, dass er bis zu einer Runde t^E den Zug „Kampf“ in allen Regionen, in denen ein New Entrant eingetreten ist, wählt und ab der Runde t^E in allen Regionen den Zug „Akzeptanz“.*

Die Strategie des VDSL-Netzbetreibers wird folglich durch t^E vollständig beschrieben.

Außerdem soll gelten:

> *(VI) Es herrscht perfekte und vollständige Information.*

Die getroffenen Annahmen ähneln denen des Chainstore-Paradoxes aus der Literatur.[198] Zwei wesentliche Unterschiede gibt es allerdings: Die New Entrants entscheiden nicht nur einmal, ob sie in den Markt einsteigen, sondern jede Runde erneut. Auch zielt der VDSL-Netzbetreiber nicht auf die Verhinderung des Einstiegs – dies ist dauerhaft nicht durchsetzbar – sondern auf eine Verzögerung des Markteinstiegs der New Entrants.

In der Praxis hat der VDSL-Netzbetreiber zwei Möglichkeiten „Kampf“ auszuführen. Entweder stützt er sich auf sein VDSL-Netz, baut also auf diesem höhere Kapazitäten aus, als in der Region selbst nach Markteinstieg gewinnoptimierend wären. Oder er überbaut die Glasfaserinfrastruktur des New Entrants mit einer eigenen Glasfaserinfrastruktur und schmälert so dessen Gewinn. Beide Varianten sollen im Folgenden untersucht werden.

4.2.5.2 Abschreckung auf Basis des VDSL-Netzes

Die naheliegendste Abschreckungsstrategie des VDSL-Netzbetreibers wäre, mit „Kampf“ durch Aufbau höherer Kapazitäten auf dem VDSL-Netz zu reagieren.

Zuerst soll die Perspektive der New Entrants betrachtet werden. Derer soll es fünf geben, in fünf unterschiedlichen Regionen, deren Ausbaukosten bei $C_1 = 115.000$, $C_2 = 117.500$, $C_3 = 120.000$, $C_3 = 122.500$ und $C_5 = 125.000$ liegen.[199] Ein paralleles Kabelnetz soll es hier vereinfachend nicht geben. Weiter soll vereinfachend angenommen werden, dass die Gewinne über

[198] Vgl. Selten (1978).
[199] Durch die geringe Spreizung der Ausbaukosten werden Gebiete fokussiert, in denen es potenziell, aber nicht sicher zu einem Glasfasernetzausbau kommen könnte. Gebiete mit sehr niedrigen Ausbaukosten, in denen es unabhängig vom Verhalten des VDSL-Netzbetreibers zu einem Markteinstieg kommt, und Gebiete mit sehr hohen Ausbaukosten, in denen es wiederum unabhängig von seinem Verhalten gar nicht zu einem Markteinstieg kommt, werden so ausgeblendet.

die Zeit – vor Abzug der Ausbaukosten – der New Entrants $N_1 = 118.345$[200] betragen und jede Periode aufgrund eines Anstiegs von a_2 und a_3 um 1,2 Prozent wachsen. Die Gewinnreduktion des New Entrants durch die Abschreckungsstrategie soll vereinfachend für jede Runde, in der er sein Glasfasernetz zwar bereits errichtet hat, aber der VDSL-Netzbetreiber noch den Zug „Kampf“ wählt, mit 600 angenommen werden. Ist dessen Strategie „dauerhaft Kampf“ würde dies abgezinst zu einer Gewinnreduktion des New Entrants von 75.843 führen. Die unterschiedlichen Markteinstiegsrunden der New Entrants für die beiden Randstrategien des VDSL-Netzbetreibers „dauerhaft Akzeptanz“, also $t^E = 1$, und „dauerhaft Kampf“, also $t^E = \infty$, ergeben sich mit diesen Parametern wie folgt:

Tabelle 42: **Markteinstiegszeitpunkt der New Entrants bei Abschreckung auf Basis der VDSL-Infrastruktur des VDSL-Netzbetreibers**

New Entrant (i)	Runde des Markteinstiegs bei Erwartung „dauerhaft Akzeptanz“ ($t^E = 1$)	Runde des Markteinstiegs bei Erwartung „dauerhaft Kampf“ ($t^E = \infty$)	Runde des Markteinstiegs bei Erwartung $t^E = 45$
1	1	42	11
2	1	43	13
3	3	44	14
4	4	45	15
5	6	46	16

Wählt der VDSL-Netzbetreiber t^E zwischen 1 und ∞, sind vom Gewinn der New Entrants nur für die Runden bis zu diesem Zeitpunkt jeweils auf den Markteintrittszeitpunkt abgezinste 600 je Runde abzuziehen. Die Markteintrittszeitpunkte, die sich beispielsweise für $t^E = 45$ ergeben, sind in der Tabelle ebenfalls aufgeführt, sie liegen erheblich früher als die für die Strategie „dauerhaft Kampf“.

Da der VDSL-Netzbetreiber ebenfalls die Zeitpunkte kennt, zu denen die New Entrants in Abhängigkeit von seiner Strategie t^E in den Markt eintreten, lässt sich nun sein zu wählendes t^E bestimmen. Sein Kalkül hängt von unterschiedlichen Faktoren ab: (i) Wieviel ist es ihm Wert, in einer Region einen New Entrant abgeschreckt zu haben ($G_2 - G_1$), (ii) wie hoch sind die Kosten in Regionen, in denen er real im „Kampf“ ist ($G_1 - G_3$). Außerdem davon, (iii) wie viele Regionen in die erste Kategorie fallen (n_2), also in wie vielen Regionen er einen Ausbau eines Dritten durch die Abschreckung aufgeschoben hat – und wie viele in die zweite Kategorie (n_1), wo trotz Abschreckung ein Dritter ausgebaut hat und er nun Aufwände für seine Abschreckungsstrategie zu tragen hat. Aus Sicht des VDSL-Netzbetreibers ist es rational, die Abschreckungsstrategie so lange aufrecht zu erhalten, solange in der konkret betrachteten Runde folgendes gilt:[201]

[200] Der Wert entspricht dem aus Unterabschnitt 3.5.1.
[201] Nur solange diese Bedingung erfüllt ist, ist das Gleichgewicht teilspielperfekt, vgl. Selten (1975).

$$n_2 * (G_2 - G_1) \geq n_1 * (G_1 - G_3) \quad (92)$$

Vereinfachend angenommen sollen seine Kosten für den Zug „Kampf“, also $G_1 - G_3$, 300 für jede Region je Runde betragen, in denen bereits ein New Entrant eingetreten ist. Sein Gewinnplus für eine erfolgreiche Abschreckung durch Wahl eines entsprechend hohen t^E, so dass der Ausbau mindestens eine Runde später erfolgt, also $G_2 - G_1$, soll je Region und Runde vereinfachend 600 betragen.

Letzte Runde (T) des konkret mit Parametern beschriebenen Spiels ist spätestens die Runde 46, in der in allen fünf Regionen auch bei „dauerhaft Kampf“ des VDSL-Netzbetreibers ein Glasfasernetz von einem New Entrant errichtet wurde.

Die weitere Logik folgt einer Rückwärtsinduktion: Würde der VDSL-Netzbetreiber t^E größer oder gleich 46 wählen, entstünden ihm in Runde 46 Abschreckungskosten von 1.500, 300 in jeder der fünf Regionen, denen keine zukünftigen Abschreckungsgewinne gegenüberstünden. Er wählt daher ein t^E, das kleiner als 46 ist. Dadurch ist allerdings die Abschreckungswirkung begrenzt: Nur maximal 45 Runden müssen die New Entrants warten, bis sie mit dem Zug „Akzeptanz“ rechnen können. Die maximale Gewinnreduktion der New Entrants beträgt nun also nicht mehr, wie bei $t^E = \infty$, 75.843, sondern nur noch mit $t^E = 45$, wieder abgezinst, 22.369.

In dieser Konstellation sind spätestens in Runde 16 alle New Entrants in ihren Regionen in den Markt eingetreten, so dass – analog zum vorherigen Absatz – für den VDSL-Netzbetreiber in dieser Runde die Abschreckungskosten bei 1.500 liegen, während der Abschreckungsgewinn für ihn bei null liegt. Auch in dieser Runde würde er folglich „Akzeptanz“ als Zug wählen, womit sich die Markteintrittszeitpunkte der New Entrants noch weiter nach vorne verschieben.

Diese Logik fortgesetzt, zeigt sich, dass der VDSL-Netzbetreiber schon in der ersten Runde mit dem Zug „Akzeptanz“ auf den Markteintritt von New Entrants reagiert, also $t^E = 1$ gilt. Zu einer Abschreckung auf Basis des VDSL-Netzes kommt es folglich nicht.

Etwas stärker würde diese Abschreckungsvariante werden, wenn abweichend von den bisherigen Annahmen keine vollständige Information herrschen würde. Wäre für die New Entrants unsicher, welche Auszahlungen der VDSL-Netzbetreiber mit den beiden Zügen „Kampf“ und „Akzeptanz“ erhalten würde[202], und vielleicht sogar, zu welchem dieser Züge die beobachtete aufgebaute Kapazität des VDSL-Netzbetreibers gehört, wäre es auch unsicherer, ob der VDSL-Netzbetreiber diese Strategie wirklich so früh einstellt, was den New Entrant durchaus zusätzlich von einer Investition abhalten könnte. Auch dies wird aber in der Realität wahrscheinlich nicht zu einer erheblichen Verlängerung der erfolgreichen Abschreckungsdauer

[202] Vgl. Selten (1978).

führen: Die Abschreckungsstrategie auf Basis von zusätzlichen Kapazitäten auf dem VDSL-Netz scheitert im Kern daran, dass allen Akteuren klar ist, dass sie jederzeit eingestellt werden kann und der VDSL-Netzbetreiber starke Anreize hat, dies auch nach Auftauchen der ersten Glasfaserinfrastrukturen von Dritten zu tun.

4.2.5.3 Abschreckung durch Überbau mit eigenem Glasfasernetz

Eine weitere Möglichkeit für eine Abschreckungsstrategie zur Verzögerung des Glasfaserausbaus eines Dritten durch den VDSL-Netzbetreiber ist, dass letzterer, wenn ein Glasfaserausbau durch einen Wettbewerber erfolgt, einen sogenannten Überbau betreibt, also selbst eine parallele Glasfaserinfrastruktur zum nun errichteten Glasfasernetz des Dritten errichtet. Diese Strategie ist zwar mit höheren Kosten verbunden – der eigene Glasfasernetzausbau ist erheblich teurer als höhere VDSL-Kapazitäten aufzubauen – aber sie ist auch erheblich nachhaltiger: Die Gewinne eines Dritten aus einem Glasfaserausbau werden mit dem Parallelausbau nicht nur temporär, sondern dauerhaft reduziert. Wechselt der VDSL-Netzbetreiber später auf „Akzeptanz“, profitieren davon nur die New Entrants, die nach diesem Zeitpunkt in den Markt einsteigen, nicht aber die, deren Markteintritt bereits zuvor mit diesem Zug gekontert wurde.

Die Abschreckungsstrategie des VDSL-Netzbetreibers lautet nun in konkreter Gestalt: „Baue bis zu einem Zeitpunkt t^E in allen Regionen, in denen ein Dritter eine Glasfaserinfrastruktur errichtet, ein eigenes, paralleles Glasfasernetz“, wobei auch hier wiederum das optimale t^E zu bestimmen ist.

Es soll wieder das modifizierte numerische Beispiel aus dem vorherigen Unterabschnitt genutzt werden. Es gibt wieder fünf Regionen, deren Ausbaukosten wieder bei $C_1 = 115.000$, $C_2 = 117.500$, $C_3 = 120.000$, $C_3 = 122.500$ und $C_5 = 125.000$ liegen. Ohne Überbau erzielt der New Entrant wieder einen Gewinn nach Ausbau von 118.345. Bei Überbau liegt dieser bei 91.234.[203] Beide Werte steigen aufgrund eines Anstiegs von a_2 und a_3 jede Runde um 1,2 Prozent. Die Abschreckungs- beziehungsweise Ausbaukosten für den VDSL-Netzbetreiber abzüglich der zusätzlichen Gewinne, die er nach dem Ausbau über die Zeit erzielt, sollen vereinfachend mit 75.500 angenommen werden.[204] Mit jeder Runde, die der Einstieg eines New Entrants verzögert werden kann, soll der VDSL-Netzbetreiber wieder einen Zusatz- beziehungsweise Abschreckungsgewinn von 600 erzielen.

[203] Siehe für beide Werte Unterabschnitt 3.5.1.
[204] Dies entspricht ungefähr den Werten für C_i abzüglich der in Kapitel 4.2.3.1 geschätzten 20 Prozent Ausbauvorteils des VDSL-Netzbetreibers und abzüglich der Zusatzgewinne über die Zeit nach eigenem Glasfaserausbau bei paralleler Glasfaserinfrastruktur von 19.886.

Aus Perspektive der New Entrants ergeben sich damit folgende Markteinstiegszeitpunkte, in Abhängigkeit davon, ob sie damit rechnen, mit „Kampf“ gekontert zu werden oder mit „Akzeptanz“:

Tabelle 43: **Markteinstiegszeitpunkt der New Entrants bei Abschreckung mit Glasfaserüberbau des VDSL-Netzbetreibers**		
New Entrant (i)	Runde des Markteinstiegs bei Erwartung „Akzeptanz“	Runde des Markteinstiegs bei Erwartung „Kampf“
1	1	21
2	1	23
3	3	24
4	4	26
5	6	28

Letzte Runde (T) dieses Spiels ist damit spätestens die Runde 28, in der in allen fünf Regionen auch bei „Kampf“ des VDSL-Netzbetreibers ein Glasfasernetz errichtet wurde.

Die Auflösung auf Seiten des VDSL-Netzbetreibers folgt wieder einer Rückwärtsinduktion: Würde der VDSL-Netzbetreiber t^E größer oder gleich 28 wählen, entstünden ihm in Runde 28 Abschreckungskosten durch einen Überbau in der letzten bisher nicht ausgebauten Region, denen keine zukünftigen Abschreckungsgewinne mehr gegenüberstünden. Er wählt daher ein t^E, das kleiner als 28 ist. Damit sind aber spätestens in Runde 27 sämtliche Markteinstiege erfolgt. Sein maximaler Abschreckungsgewinn, selbst wenn er in allen Regionen den Markteinstieg bis in diese 27. Runde verzögern könnte, beträgt nun nur noch 64.200[205]. Das ist weniger als ihn der Überbau einer einzelnen Region kostet (75.500). Damit kann jeder New Entrant davon ausgehen, dass der VDSL-Netzbetreiber auf ihn nicht mit „Kampf“ reagiert, sondern mit „Akzeptanz“. Dies gilt bereits in Runde 1, in der erstmals zwei New Entrants in den Markt einsteigen könnten.

Ein Überbau mit einem eigenen Glasfasernetz ist folglich auch keine erfolgsversprechende Abschreckungsstrategie des VDSL-Netzbetreibers, weil die Kosten für den Überbau schlicht zu hoch sind.

Auch hier könnte aber wieder unvollständige Information das Ergebnis beeinflussen: Die New Entrants könnten unsicher sein, welche Kosten dem VDSL-Netzbetreiber bei einem Überbau entstehen. Auch in diesem Fall würde aber die Rückwärtsinduktion – abgesehen von Extremszenarien[206] – zu dem Ergebnis führen, dass die Strategie nicht erfolgsversprechend ist.

[205] Dieser Wert ergibt sich, wenn die Differenz zwischen dem Markteintrittsrunden bei „Akzeptanz“ und „Kampf“, jetzt jedoch gerechnet bis maximal Runde 27, mit dem Abschreckungsgewinn je Runde von 600 über alle Regionen summiert wird.

[206] Ein solches Extremszenario wäre zum Beispiel, wenn ein New Entrant vermutet, dass die Ausbaukosten des VDSL-Netzbetreibers so niedrig sind, dass es für ihn einen Mehrgewinn in der konkreten Region generiert, den anderen zu überbauen. Diese Abschreckung wäre dann wirksam – dies wäre aber ein Extremszenario, das mit realistischen Parametern nicht zu konstruieren ist.

4.2.5.4 Raising your rivals‘ costs

Nicht nur durch preisliche Abschreckung könnte der VDSL-Netzbetreiber potenziellen Wettbewerbern das Leben schwer machen. Er könnte darüber hinaus versuchen, ihre Möglichkeiten dadurch einzuschränken, dass er Maßnahmen ergreift, die ihre Kosten erhöhen. Dies könnte zum einen womöglich ihren Markteintritt verhindern. Wenn dieser dennoch erfolgt, würde diese Strategie womöglich zum anderen dazu führen, dass sie höhere Preise nehmen müssten und folglich der Wettbewerbsdruck auf die bestehenden Infrastrukturen schwächer ausfällt.[207]

Zwei Wege bieten sich dabei an: (i) Der VDSL-Netzbetreiber könnte generell darauf hinwirken, dass die Ausbau- oder Betriebskosten der New Entrants steigen. (ii) Außerdem könnte er dafür sorgen, dass die Aufwände und Kosten in der Interaktion mit ihm höher ausfallen.

Der erste Weg ist der über die Durchsetzung von politischen Forderungen: [208] Generelle Kostensteigerungen für einen New Entrant könnten beispielsweise höhere Standards beim Bau verursachen, auf die der VDSL-Netzbetreiber hinwirken könnte. Betriebskosten könnten dadurch gesteigert werden, dass der VDSL-Netzbetreiber politisch auf anspruchsvollere rechtliche Standards beim Betrieb von Telekommunikationsnetzen hinwirkt. Beides erscheint bei einer Politik, die einen Glasfasernetzausbau herbeiführen möchte, allerdings wenig erfolgsversprechend.

Ein zweiter Weg, die Kosten von Wettbewerbern zu erhöhen, wäre es, wenn der VDSL-Netzbetreiber die Aufwände in der Interaktion mit ihm erhöhen würde: Beim Wechsel jedes Endkunden vom VDSL-Netz auf das Glasfasernetz ist eine solche Interaktion notwendig, damit die Migration reibungslos und für den Endkunden möglichst unterbrechungsfrei funktioniert. Auch in diesem Feld sind die Möglichkeiten des VDSL-Netzbetreibers beschränkt: Interaktionen dieser Art sind bereits aufgrund der Historie des Marktes fast vollständig rechtlich geregelt. Missbräuchliches Verhalten würde sofort transparent werden und regulatorische Konsequenzen nach sich ziehen.[209]

Zusammengefasst: Auf dem realen Markt gibt es für den VDSL-Netzbetreiber heute keine oder nur sehr begrenzte Möglichkeiten, auf Kostensteigerungen bei seinen Wettbewerbern hinzuwirken.

[207] Vgl. Salop/Scheffman (1983).
[208] Vgl. McWilliams et al. (2002).
[209] Vgl. Fuentelsaz et al. (2012).

4.2.6 Zusammenfassung

Unterschiedliche Erkenntnisse ergeben sich aus den vorausgegangenen theoretischen Betrachtungen:

(1) Der Glasfasernetzausbau eines Dritten stellt den VDSL-Netzbetreiber vor große wirtschaftliche Herausforderungen – die Infrastruktur, die er besitzt, das (V)DSL-Netz, würde dadurch erheblich entwertet.
(2) Wesentlich angetrieben wird der Glasfaserausbau des VDSL-Netzbetreibers daher vom potenziellen Wettbewerb, also dem potenziellen Glasfasernetzausbau von Dritten. Der Effizienzeffekt ist es, der den VDSL-Netzbetreiber den Anreiz zur Investition in die Innovation eines Glasfasernetzausbaus liefern könnte. Ohne diesen Druck ist ein Glasfasernetzausbau des VDSL-Netzbetreibers – aufgrund des Ersetzungseffekts – nicht wahrscheinlich.
(3) Auch die Kooperationsbereitschaft des VDSL-Netzbetreibers hängt davon ab, für wie wahrscheinlich er die Realisierung des potenziellen Wettbewerbs hält, also wie sicher es ist, dass ein Dritter auch ohne Kooperation ein Glasfasernetz errichtet.
(4) Wirksam den Ausbau von Dritten abschrecken kann der VDSL-Netzbetreiber nicht, weder auf Basis seines VDSL-Netzes noch auf Basis der Drohung mit einem Glasfaserüberbau. Verzögerungen des Markteinstiegs von anderen Wettbewerbern mit Glasfaserinfrastrukturen sind daraus nicht zu erwarten.

Was bedeuten diese Erkenntnisse für die Rolle, die der VDSL-Netzbetreiber bezüglich eines Glasfaserausbaus einnehmen könnte?

Zusammengefasst kommt dem VDSL-Netzbetreiber so etwas wie eine Katalysatorrolle zu. Wenn es auch ohne ihn zu einem Glasfaserausbau käme, wird er diesen auf zwei unterschiedliche Arten beschleunigen: Er wird in Kooperationen eintreten und so die wirtschaftliche Perspektive von potenziell Ausbauenden verbessern. Er wird außerdem dem nur potenziellen Ausbau eines Dritten mit einem realen eigenen Ausbau zuvorkommen. Gegeben die wirtschaftlichen Möglichkeiten des größten europäischen Telekommunikationsunternehmens sollte dies den Glasfaserausbau zumindest erheblich beschleunigen. Dies gilt vor allem in den Gebieten, in denen kein Kabelnetz existiert – dort, wo ein Kabelnetz existiert, gilt es auch, aber deutlich abgeschwächter.

Anders sieht die Situation aus, wenn ein Glasfaserausbau für Dritte unattraktiv und daher unwahrscheinlich ist. In diesem Fall hat auch der VDSL-Netzbetreiber wenig Anreize, einen Glasfaserausbau voranzutreiben. Sollen also die Anreize für den VDSL-Netzbetreiber, einen massiven Glasfaserausbau zu betreiben, erhöht werden, ist vor allem auf die wirtschaftlichen Möglichkeiten für diese Dritten zu achten.

4.2.7 In der Realität: Beobachtbares Verhalten der Deutschen Telekom

Empirisch lässt sich vieles beobachten, was den vorherigen theoretischen Erwägungen entspricht: In der Realität ist das Glasfasernetz bis zum Endkunden der Telekom in den letzten Jahren nur unwesentlich größer geworden, während stattdessen die verbliebenen Lücken im VDSL-Netz geschlossen wurden.[210]

Die Deutsche Telekom hat jedoch am Kapitalmarkt ein großes Glasfaserausbauprogramm angekündigt[211] und verspricht öffentlich ein beschleunigtes Ausbautempo. Dies erfolgt synchron zu den wachsenden Erwartungen in Deutschland, dass es aufgrund politischer Unterstützung und neuer Akteure zu einem Glasfaserausbau kommen wird. In der Logik von Unterabschnitt 4.2.3.5 gesprochen ist also p gestiegen, was theoretisch einen eben solchen schnelleren Ausbau des Incumbents induzieren würde.

Die Deutsche Telekom scheint ebenso Kooperationspartner zu suchen. Bisher ist die einzige größere Kooperation eine mit dem norddeutschen Energie- und Telekommunikationsunternehmen EWE, einem Partner, bei dem sehr wahrscheinlich ist, dass er auch ohne Kooperation mit der Deutschen Telekom ein Glasfasernetz errichtet hätte.[212]

4.3 Die New Entrants

4.3.1 New Entrants als Akteure

Bisher dominieren in Deutschland mit dem VDSL-Netzbetreiber Deutsche Telekom und dem Kabelnetzbetreiber Vodafone zwei Unternehmen die InfCo- und NetCo-Märkte. Der Glasfasernetzausbau bietet für weitere Unternehmen – sogenannte New Entrants – die Chance erstmals in diese Märkte einzusteigen und dort zukünftig eine gewichtige Rolle zu spielen.

Als New Entrants kommen unterschiedliche Gruppen von Unternehmen in Frage: (i) Zum einen vom Kapitalmarkt getriebene Investitionsvehikel, die explizit gegründet werden, um einen Glasfasernetzausbau voranzutreiben. (ii) Zum anderen könnten aber auch die etablierten Wettbewerber auf dem ServCo-Markt in den Infrastrukturausbau einsteigen. (iii) Zum Dritten könnten politisch getriebene Akteure wie Stadtwerke in den Markt einsteigen. (iv) Außerdem, zum Vierten, könnten Unternehmen, die bereits Erfahrungen mit dem Ausbau von Netzen haben, aber noch nicht auf dem Telekommunikationsmarkt tätig sind – beispielsweise Energiekonzerne – auf diesem erstmals aktiv werden.

[210] Vgl. Maier-Rigaud et al. (2021).
[211] Vgl. Maier-Rigaud et al. (2021).
[212] EWE ist unter den drei großen Regionalunternehmen auf dem Telekommunikationsmarkt in Deutschland – NetCologne, M-Net und EWE – das einzige, das bislang kein eigenes Glasfasernetz errichtet hat.

Im Modell aus Kapitel 3, der Logik von Unterabschnitt 3.2.4 folgend, stehen New Entrants vor einer klaren Markteinstiegsbedingung: Sie steigen dann in den Markt ein, wenn ihre erwarteten – abgezinsten – Gewinne über die Zeit größer sind als die Investitionskosten, denen sie in einer bestimmten Region gegenüberstehen. In der Realität kommt als Herausforderung hinzu: Auch das Risikoprofil der Investition muss innerhalb eines gewissen Rahmens bleiben.[213]

4.3.2 Wirtschaftliche Herausforderungen der New Entrants

4.3.2.1 Umsätze nach Markteinstieg

Anders als die VDSL- und Kabelnetzbetreiber ersetzen New Entrants mit ihrer Investition kein bestehendes Netz. Auf der InfCo- und NetCo-Ebene erzielen sie mit ihrer Investition erstmals Umsätze. Diese Einnahmen hängen in der Logik von Abschnitt 3.5 von unterschiedlichen Faktoren ab:

Maßgeblich für den New Entrant ist, welches Marktgleichgewicht nach seinem Markteinstieg erreicht wird, also welche Marktanteile, Umsätze und Gewinne er erwarten kann. Dies hängt – siehe Unterabschnitt 3.3.3.5 – entscheidend davon ab, welchem Wettbewerb konkurrierender Infrastrukturen das neu errichtete Glasfasernetz ausgesetzt sein würde. Wo ausschließlich ein VDSL-Netz existiert, sind die Umsatzchancen für ein Glasfasernetz erheblich besser, als wenn stattdessen bereits ein Kabelnetz, beziehungsweise parallele VDSL- und Kabelnetze existieren. Im numerischen Beispiel aus Unterabschnitt 3.3.1 wird die Stärke dieses Effekts deutlich:[214]

Tabelle 44: **Marktanteil und Gewinn des New Entrants als Glasfasernetzbetreiber im Gleichgewicht in Abhängigkeit von den konkurrierenden Infrastrukturen**

Andere Infrastrukturen	Marktanteil des New Entrant	Gewinn des New Entrant
Ausschließlich VDSL-Netz	58%	1.458
Ausschließlich Kabelnetz	56%	1.309
VDSL- und Kabelnetz	41%	894
VDSL- und weiteres Glasfasernetz	37%	769
VDSL-, Kabel- und weiteres Glasfasernetz	30%	548

[213] Theoretisch wird das Risiko der Investition im Abzinsungssatz beziehungsweise in den Kapitalkosten berücksichtig, Ein höheres Risiko entspricht dann einem höheren Zins. Gleichwohl soll hier das Risiko der Investition explizit diskutiert werden.
[214] Siehe für die nachfolgenden Gewinnwerte Unterabschnitt 3.3.3.5 und Unterabschnitt 3.3.4. Die Gewinne über die Zeit wurden in Unterabschnitt 3.5.1 dargestellt.

Existiert nur eine parallele Infrastruktur, ist im numerischen Beispiel der Gewinn des New Entrants signifikant höher, als wenn er in Konkurrenz mit zwei oder gar drei weiteren Infrastrukturen steht. Zwischen dem gewinnstärksten Gleichgewicht – es existiert nur ein paralleles VDSL-Netz – und dem gewinnschwächsten mit drei konkurrierenden Infrastrukturen verliert er rund 62 Prozent seines Gewinns.

Als zusätzliche Herausforderung wird dieses Gleichgewicht nicht unmittelbar nach Ausbau erreicht. Es tritt erst mit Zeitverzug ein, indem über die Zeit immer mehr Endkunden auf das neu errichtete Glasfasernetz migrieren. Wie in Abschnitt 3.6 anhand des numerischen Beispiels gezeigt, hat dies erhebliche Auswirkungen: Dauert es 10 Jahre, bis das neue Marktgleichgewicht erreicht wird, reduziert sich allein aus diesem Effekt der Gewinn über die Zeit des New Entrants – vor Abzug der Investitionskosten – um 35 Prozent. Trifft er zudem auf historisch existierende Kapazitäten, ist der Effekt noch größer. Dann liegt er bei 42 Prozent der abgezinsten Gewinne.

Ein New Entrant hat unterschiedliche Möglichkeiten, auf die Migrationsgeschwindigkeit Einfluss zu nehmen: (i) Vielerorts wird eine schnelle Auslastung durch eine sogenannte Vorvermarktung beschleunigt: Der potenzielle Glasfasernetzbetreiber startet seine Vermarktung in einer Region unter der Maßgabe, dass nur dann wirklich ausgebaut wird, wenn eine bestimmte Gesamtzahl an Endkunden vorher Verträge mit ihm schließt. Dies führt zwar an manchen Orten dazu, dass es nicht zu einem Ausbau kommt. Den Marketingaufwänden stehen also keine Einnahmen gegenüber. An den Orten, wo ausgebaut wird, ist die Auslastung dann allerdings initial direkt höher. (ii) Eine zweite Möglichkeit der Einflussnahme auf die Migrationsgeschwindigkeit ist ein forciertes sogenanntes Wholesale-Geschäft: Der Glasfasernetzbetreiber räumt den im Ausbaugebiet aktiven nicht-verbundenen ServCos einen preislichen Rabatt ein, verbunden mit dem Anreiz, Bestandskunden forciert zu migrieren. Damit verringert sich zwar der Umsatz, den die InfCo beziehungsweise die NetCo des New Entrants mit jedem einzelnen Endkunden erzielt. Dieser negative Effekt könnte jedoch durch eine schnellere Migrationsbewegung überkompensiert werden. Im numerischen Beispiel aus Unterabschnitt 3.3.1 gedacht: Mit einer Zeit bis zum neuen Gleichgewicht von 10 Jahren erzielt der Glasfasernetzausbauende bei einem parallelen VDSL-Netz einen Gewinn über die Zeit (ohne Berücksichtigung der Ausbaukosten) von 118.345[215]. Würde er den ServCos auf seine Preise einen Rabatt von beispielsweise 10 Prozent einräumen, würde sich sein Gewinn gleichermaßen reduzieren. Würde sich aber zeitgleich der Zeitraum bis zum neuen Gleichgewicht auf 7,4 Jahre verkürzen, würde der davon ausgehende negative Effekt überkompensiert werden. Es ist also wahrscheinlich, dass einige New Entrants in diesem Geschäft ihre Chancen suchen. Eingeschränkt werden die Möglichkeiten allerdings dadurch, dass es ihnen

[215] Siehe für diesen Wert Unterabschnitt 3.5.1.

schwerfallen wird, die ServCos, die vertikal verbunden sind mit den konkurrierenden InfCos, zu einer Migration zu bewegen. Ideal wäre es dagegen, wenn der New Entrant bereits aus einer eigenen ServCo über entsprechende Endkundenverträge verfügt. Diese könnten wesentlich schneller migriert werden.

4.3.2.2 Investitionskosten

Die Markteinstiegsbedingung der New Entrants ist dann erfüllt, wenn die im vorherigen Unterabschnitt beschriebenen Gewinne über die Zeit die Kosten der Investition übersteigen. Die Kosten eines Glasfasernetzausbaus unterscheiden sich in Deutschland in den unterschiedlichen Regionen erheblich.[216] Damit ist nicht nur die Einnahmenseite – in Abhängigkeit von der konkurrierenden Infrastruktur vor Ort – einem regionalen Faktor ausgesetzt, sondern auch die Ausgabenseite.

Dies führt dazu, dass der Markteinstieg in den unterschiedlichen Regionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen kann. Es ist zu vermuten, dass die New Entrants – zumindest solche, die regional flexibel sind – dort mit dem Ausbau beginnen, wo die Differenz zwischen Einnahmen und Kosten am höchsten ist. Anderswo kann es Regionen geben, für die sich – ohne Subventionen – dauerhaft keine wirtschaftliche Investitionsaussicht erreichen lässt.

4.3.2.3 Risiken der Investition

Weil der Markteinstieg mit eigener Infrastruktur mit einer sehr großen initialen Investition verbunden ist, fließt ein Großteil der Gewinne nach Ausbau des New Entrants in deren Amortisation und in die Kapitalkosten. Der Puffer zwischen den erwarteten Gewinnen über die Zeit und den initialen Investitionskosten ist vergleichsweise klein. Im numerischen Beispiel aus Unterabschnitt 3.3.3.5 verbleiben beispielsweise bei Investitionskosten von $C = 115.000$ nur drei Prozent der erhofften Gewinne über die Zeit nach Ausbau als Gesamtgewinn des New Entrants, der gleichzeitig auch als Risikopuffer für Fehleinschätzung zum Investitionszeitpunkt oder als Reserve für eine ungünstige Abweichung bei der Marktentwicklung dient:

Tabelle 45: **Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtung eines New Entrants als Glasfasernetzbetreiber bei parallelem VDSL-Netz**

Position	Wert	Anteil
Gewinne des New Entrants über die Zeit nach Ausbau	+118.345	100%
Davon als initiale Investition für Ausbau	-115.000	97%
Gesamtgewinn insgesamt beziehungsweise Risikopuffer	+3.345	3%

[216] Siehe hier Unterabschnitt 2.3.2.1.

Damit wird deutlich, dass schon geringere Fehleinschätzungen oder abweichende Entwicklungen dazu führen können, dass die New Entrants in wirtschaftliche Schwierigkeiten geraten.

Solche Fehleinschätzungen können aus unterschiedlichen Sachverhalten herrühren: (i) Womöglich entwickelt sich – auch wenn dies aus heutiger Sicht unwahrscheinlich erscheint – die Nachfrage nach Telekommunikationsdiensten insgesamt rückläufig. Oder aber diese Entwicklung betrifft nur stationäre Internetanschlüsse, weil zum Beispiel Fortschritte in den Mobilfunktechnologien dazu führen, dass stationäre Telekommunikationsdienste auf Festnetzbasis stärker substituiert werden.[217] (ii) Womöglich gibt es auch heute nicht absehbare technologische Schübe auf den konkurrierenden Netzinfrastrukturen, die die Vorteile des Glasfasernetzes zumindest mittelfristig verschwinden lassen. (iii) Oder aber die Nachfrage nach hohen Bandbreiten stellt sich generell nicht in der Form ein, in der sie erwartet wurde, was das Glasfasernetz und die konkurrierenden VDSL- und Kabelnetze erheblich stärker auf eine Ebene rücken lassen würde. Wäre beispielsweise im numerischen Beispiel nun $a_2 = 0{,}25$ und $a_3 = 0{,}25$, schrumpfen die Gewinne des Glasfasernetzbetreibers im Gleichgewicht bei beispielsweise konkurrierender VDSL-Infrastruktur:

Tabelle 46: **Marktgleichgewicht bei VDSL- und Glasfaserinfrastruktur bei schwächerer Bandbreitenneigung**

Variable	$a_2 = 0{,}5$ und $a_3 = 0{,}25$	$a_2 = 0{,}25$ und $a_3 = 0{,}25$
p_S / Δp_M / Δp_L	32,6 / 17,2 / 2,6	34,7 / 8,6 / 1,5
$D_S + D_M + D_L$	67,4	65,3
D_S (x_S^a / x_S^b / x_S^c)	50,9 (28,6 / - / 22,3)	57,6 (30,7 / - / 26,9)
D_M (x_M^a / x_M^b / x_M^c)	15,0 (- / - / 15,0)	7,3 (- / - / 7,3)
D_L (x_L^a / x_L^b / x_L^c)	1,6 (- / - / 1,6)	0,5 (- / - / 0,5)
$\overline{\Pi}^a$ / $\overline{\Pi}^b$ / $\overline{\Pi}^c$	817 / - / 1.458	942 / - / 1.191
Marktanteile a / b / c	42% / - / 58%	47% / - / 53%

Über die Zeit ist der Gewinnrückgang des New Entrants, wenn ein Großteil des erwarteten Gewinns in Kapitalkosten und Amortisation der Investition fließt, durchaus existenzbedrohend. Er reduziert sich von 118.345 auf 96.673, also um 18 Prozent. Hatte der New Entrant beispielsweise Investitionskosten von 115.000, so ist das Unternehmen jetzt nicht mehr in der Lage, die Investition zu amortisieren beziehungsweise die Kapitalkosten zu bedienen.

Das zweite existenzielle Risiko für den Ausbau eines New Entrants bezieht sich auf das Verhalten der konkurrierenden Infrastrukturbetreiber: Lassen sich diese auf das neue

[217] Siehe hierzu auch Unterabschnitt 2.2.3.7.

Gleichgewicht ein? Oder wählen sie Abschreckungsstrategien, die den Gewinn des New Entrants erheblich reduzieren? VDSL- und Kabelnetzbetreiber können auf zwei Weisen Abschreckungsstrategien anwenden: Entweder sie bringen zusätzliche Kapazitäten auf den Markt und reduzieren so dort das Preisniveau oder sie überbauen gar das Glasfasernetz des New Entrants mit einer eigenen Glasfaserinfrastruktur.[218] In beiden Fällen sind die Reaktionsmöglichkeiten des New Entrants eingeschränkt: Er kann seine Investition nicht mehr rückgängig machen und muss wohl oder übel, entweder temporär oder dauerhaft, mit der Verschlechterung seiner Gewinnmöglichkeiten leben. Ist der Puffer zwischen erwarteten Gewinnen über die Zeit und Investitionskosten so klein wie beschrieben, kann auch ein kurzes temporäres Erleben einer Abschreckungsstrategie dazu führen, dass die Investitionskosten nicht mehr amortisiert werden können.

Sollten sich entsprechende Entwicklungen einstellen, bei der die Gesellschafter eines New Entrants in wirtschaftliche Schwierigkeiten geraten, hieße das aber nicht, dass das Glasfasernetz wieder verschwindet. Dieses hat nach Errichtung einen positiven Wert – der jetzt nur geringer als erwartet ausfällt. In der Vergangenheit hat es auch im deutschen Telekommunikationsmarkt schon einmal eine Situation gegeben, in der viele lokale Unternehmen in Telekommunikationsnetze, damals unter Nutzung des Kupfernetzes der Deutschen Telekom, investiert haben und die Erwartungen teilweise nicht erfüllt wurden. Im Ergebnis kam es zu einer Konsolidierung, bei der die notleidenden Infrastrukturen – unter Verlusten für die ursprünglichen Investoren – von anderen Unternehmen aufgekauft wurden. Eine ähnliche Entwicklung könnte sich dann auch bei den neu errichteten Glasfasernetzen einstellen.[219]

4.3.3 Unterschiedliche Typen von New Entrants

4.3.3.1 Kapitalmarktgetriebene Neugründungen

Unter den potenziellen New Entrants sind kapitalmarktgetriebene Neugründungen offensichtlich die, die dem theoretisch in den vorherigen Unterabschnitten beschriebenen am meisten entsprechen.

In diese Gruppe fällt in Deutschland vorrangig die Deutsche Glasfaser, die seit einigen Jahren vor allem in Gebieten, in denen bisher überhaupt kein Breitband verfügbar ist, tätig ist. Hinter der Deutschen Glasfaser stehen Finanzinvestoren, die bereits in den Niederlanden erfolgreich Glasfasernetze ausgebaut haben.

[218] Siehe dazu Unterabschnitt 4.2.5.
[219] Denkbar wäre sogar, dass es Unternehmen gibt, die diese Entwicklung abwarten. Zwei Formen sind möglich, von den wirtschaftlichen Schwierigkeiten von New Entrants zu profitieren: Entweder durch direkte Übernahme der New Entrants zu einem nun günstigeren Preis als es ein eigener Ausbau gekostet hätte oder durch das Einfordern von besonders günstigen Vorleistungskonditionen.

Soweit wirtschaftliche Möglichkeiten für einen weiteren Glasfasernetzausbau entstehen – unter angemessener Kapitalverzinsung für die Investition –, ist sicherlich mit dem Auftreten weiterer Akteure dieser Art zu rechnen.

4.3.3.2 Establishment des Wettbewerbs

Auf den ersten Blick erscheint es eigentlich am naheliegendsten, dass die Unternehmen Glasfaserinfrastrukturen errichten, die bereits als ServCos aktiv und erfolgreich sind, aber bisher keine eigene Infrastruktur betreiben und stattdessen Vorleistungen bei anderen nicht-verbundenen NetCos beziehen. Für diese wird die Wirtschaftlichkeit dadurch gestützt, dass sie unmittelbar nach dem Ausbau des Glasfasernetzes bereits vertraglich gebundene Endkunden der ServCo von der bisher eingekauften Infrastruktur auf die neue, nun eigene Infrastruktur migrieren könnten und dadurch in nicht unerheblichem Maße Vorleistungskosten einsparen würden.

In Deutschland entsprechen zwei bundesweit tätige Unternehmen dieser Kategorie: Die 1&1 als Tochter der United Internet und die Telefónica O2 als deutsche Tochter des spanischen Telefónica-Konzerns. Traditionell beschränken sich beide Unternehmen auf den Vorleistungsbezug bei vorranging der Deutschen Telekom, aber auch bei anderen Vorleistern. Beide Unternehmen sind folglich heute in einem deutlich weniger kapitalintensiven Geschäftsfeld tätig. Damit wäre der Einstieg in das kapitalintensivere InfCo-Geschäft mit einer grundsätzlichen Änderung des Geschäftsmodells verbunden.

Auch gilt für beide Unternehmen, dass sie neben den Aktivitäten im Festnetz zusätzlich im Mobilfunk aktiv sind und ihre Ressourcen entsprechend ausrichten müssen. Gerade die heute, im Jahr 2021, parallele Einführung von 5G im Mobilfunk führt dazu, dass erhebliche Ressourcen bereits dort gebunden sind.

Einem eigenen Glasfasernetzausbau des Establishments des Wettbewerbs steht ein weiterer Anreiz entgegen: Profitieren würden beide Unternehmen von einem Glasfasernetzausbau nämlich auch dann, wenn ein anderer New Entrant – und nicht sie selbst – dieses Netz errichtet: Weil dieser andere ihnen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf dem aktiven Vorleistungsmarkt Angebote unterbreiten wird, ergäbe sich für die etablierten ServCos eine erhebliche Positionsverbesserung zum Status davor: Sie könnten jetzt dort, wo sie bisher nur Angebote von der regulierten Deutschen Telekom erhalten haben, unter unterschiedlichen Anbietern wählen und diese unterschiedlichen Anbieter dabei preislich unter Druck setzen. Die etablierten Wettbewerber könnten in dieser Situation womöglich sogar aufgrund der Masse an Endkunden, die sie mitbringen, Vorteile bei den Konditionen gegenüber anderen

potenziellen Vorleistungsnachfragern erzielen und so erhebliche Positionsverbesserungen – innerhalb ihres heutigen Geschäftsmodells - erreichen.

Im numerischen Beispiel gedacht, könnte sich etwa folgende Konstellation ergeben: Angenommen werden soll, die Ausbaukosten C würden in einer spezifischen Region mit VDSL- aber ohne Kabelnetz 115.000 betragen. Würde ein etablierter Wettbewerber selbst ausbauen, würde er womöglich nach Ausbau Gewinne von 118.345[220] erzielen, also in Summe ein Plus von 3.345 generieren. Würde er stattdessen für die 10 Prozent aller Endkunden, die er in der betroffenen Region an sich gebunden hat, einen Rabatt von 10 Prozent auf die Vorleistungsentgelte erzielen, hätte dieser Rabatt – schon, wenn er ihn nicht zur weiteren Kundengewinnung einsetzt – einen Wert von 27 in jeder Periode[221] oder 3.408 über die Zeit – und das mit einem besseren Risikoprofil als bei eigenem Ausbau und ohne hohe Investitionsaufwände.

Tabelle 47: **Vergleichende Perspektive eines etablierten Wettbewerbers auf eigenen Glasfaserausbau oder Rabattforderung bei einem anderen Ausbauenden**

Position	Gewinneffekt bei eigenem Ausbau	Gewinneffekt bei Vorleistungsbezug
Investition in Netzausbau	-115.000	-/-
Gewinne über die Zeit als Infrastrukturbetreiber	+118.345	-/-
Wert 10% Rabatt auf Vorleistungsentgelte über die Zeit	-/-	+3.408
Summe	+3.345	+3.408

Auch wäre in dieser Konstellation die Beziehung zu den heutigen Vorleistungslieferanten – basierend auf deren Vorleistungen auch weiterhin ein Großteil des Geschäfts realisiert werden würde, nämlich überall da, wo noch kein Glasfasernetz ausgebaut ist – erheblich weniger belastet, als wenn die etablierten Wettbewerber selbst in den unmittelbar konkurrierenden Glasfaserausbau einsteigen würden. Womöglich gelingt es den etablierten Wettbewerbern sogar zusätzlich auch bei diesen bisherigen Vorleistungslieferanten Preisnachlässe durchzusetzen.

Damit stehen die etablierten Wettbewerber vor einer Abwägung: Gehen sie selbst das Risiko ein, einen Glasfaserausbau voranzutreiben und damit ihr Geschäftsmodell grundlegend zu ändern, oder hoffen sie darauf, dass Dritte dies tun, womit relativ risikoarm Chancen zur Stärkung des Geschäfts für die etablierten Wettbewerber entstehen. Diese Abwägung schließt

[220] Siehe für diesen Wert Unterabschnitt 3.5.1.
[221] Dies entspricht 10 Prozent der Gesamtumsätze der NetCos in diesem Markt je Periode. Da diese ausschließlich mit ServCos Umsatz generieren, entspricht dies auch den Vorleistungskosten einer ServCo mit einem Marktanteil von 10 Prozent auf dem Endkundenmarkt.

Kooperationen mit ausbauenden New Entrants nicht aus, lässt es aber unwahrscheinlich wirken, dass die etablierten ServCo-Wettbewerber selbst in erheblichem Maße einen Glasfaserausbau vorantreiben.[222]

4.3.3.3 Politische und synergetische New Entrants

Eine weitere Gruppe von Unternehmen kommt potenziell für den Ausbau von Glasfasernetzen in Frage: Unternehmen, deren Kalkül nicht ausschließlich auf Wirtschaftlichkeit ausgerichtet ist, sondern die darüber hinaus auch noch öffentliche Zwecke verfolgen, also (i) Stadtwerke und (ii) kommunale Zweckverbünde.

Stadtwerke sind bisher meist – neben anderen Geschäftstätigkeiten der Grundversorgung – im Energie- und Wasserwirtschaftsgeschäft tätig, bringen also drei Vorteile für einen Glasfasernetzausbau mit: In ihrem sonstigen Geschäft sind lange Amortisationszeiträume üblich. Auch beherrschen sie bereits den Ausbau von Netzen. Außerdem ist es für sie möglich, beim Ausbau einer Glasfaserinfrastruktur Synergien mit dem Betrieb und Ausbau ihrer bisherigen Netze zu realisieren. Üblicherweise sind diese Unternehmen aber bisher nicht im Telekommunikationsbereich tätig. Aufgrund der Komplexität dieses Geschäfts stellt der Einstieg, der Betrieb und die Vermarktung eines Telekommunikationsnetzes daher eine erhebliche Hürde für sie dar. Gleichzeitig sind die meisten Stadtwerke darin beschränkt, auf dieser Ebene Skaleneffekte zu erreichen: Ihre wirtschaftliche Tätigkeit ist aus ihrer kommunalen Eigentümer- und Aufgabenstruktur heraus auf ein meist relativ kleines Gebiet – auf eine Kommune oder einen Landkreis – beschränkt, in dem sie überhaupt wirtschaftlich tätig werden dürfen.

Einige Stadtwerke haben in der Vergangenheit bereits erfolgreich Telekommunikationsnetze errichtet. Nicht zufällig sind dies Stadtwerke in sehr großen Städten – München und Köln seien hier hervorgehoben –, die aufgrund der Größe ihres Tätigkeitsgebiets zumindest gewisse Skaleneffekte erreichen können.

Was Stadtwerke ebenfalls von anderen Unternehmen unterscheidet, ist, dass sie in einem bestimmten Maße politisch gesteuert werden. Wenn die kommunale Politik das Interesse verfolgt, in ihrer Stadt oder Gemeinde ein Glasfasernetzwerk zu errichten, dann kann dies durchaus über ein Stadtwerk in die Tat umgesetzt werden. Dieser Wille materialisiert sich derzeit in immer mehr Gemeinden – gerne verbunden mit dem Auflegen von

[222] Abweichungen davon sind möglich, wenn ein etablierter Wettbewerber einen sehr hohen Marktanteil, sicherlich mehr als 25 Prozent, hätte und dann – sozusagen aus strategischen Gründen – dazu übergeht, mit seinem starken Endkundenstamm eine eigene InfCo aufzubauen, um Vorleistungskosten einzusparen. Da die etablierten ServCo-Wettbewerber in Deutschland solche Marktanteile nicht erreichen, wird dies hier nicht ausführlicher diskutiert.

Förderprogrammen – und ist vermutlich mit einer größeren Risikotoleranz verbunden, als dies bei rein wirtschaftlich denkenden Akteuren der Fall wäre.

Da, wo aufgrund von kommunaler Struktur keine starken Stadtwerke existieren, die Kommunen aber ebenfalls auf einen Ausbau drängen, haben sich kommunale Zweckverbände etabliert, die dann ebenfalls wie Stadtwerke mit dem politischen Zielen der kommunalen Politik im Rücken Glasfasernetze errichten.[223] Diese Zweckverbände bringen vermutlich eine ähnliche Risikotoleranz wie Stadtwerke mit und die Bereitschaft zur langfristigen Investition ist vermutlich ebenfalls ähnlich ausgeprägt. Die Möglichkeit, Synergien zum bisherigen Geschäft zu generieren, existiert für diese allerdings nicht.

Zusammengefasst: Stadtwerke können auf einen wesentlichen Vorteil beim Glasfasernetzausbau setzen, nämlich auf Synergien zu ihrem sonstigen Infrastrukturgeschäft. Gleichzeitig kann für Stadtwerke, aber auch für kommunale Zweckverbände, eine antreibende Politik und die Akzeptanz von langen Amortisationszeiträumen dazu führen, dass sie eher bereit sind, die Risiken eines Ausbaus einzugehen. Wegen der Beschränkungen bezüglich Ausbau- und Vermarktungsgebiet stehen sie aber vor Herausforderungen, was das (notwendige) Skalieren innerhalb des Telekommunikationsmarktes angeht.

Außerdem ist denkbar, dass weitere Unternehmen, die beim Glasfasernetzausbau Synergien mit ihrem angestammten Geschäft erreichen könnten, in einen solchen einsteigen könnten. Hier kommen vor allem die großen Energiekonzerne in Frage, die – ähnliche wie Stadtwerke – bereits Erfahrungen im Tiefbau mitbringen. Diese Unternehmen könnten zum einen als kombinierte InfCo oder NetCo in den Markt einsteigen, oder auch nur in den InfCo-Markt, indem sie beispielsweise bei ihrem Tiefbau auf dem öffentlichen Grund Glasfasern mitverlegen – womöglich ohne Anspruch auf Flächendeckung – und diese an andere InfCos oder NetCos weitervermieten, die wiederum zusammen mit einem eigenen Ausbau eine entsprechende Flächendeckung herstellen. Auch diese Unternehmen bringen eine hohe Akzeptanz für lange Amortisationszeiträume mit, das Skalieren wird ihnen aufgrund ihrer überregionalen Tätigkeit leichter fallen als Stadtwerken. Der Einstieg in den Telekommunikationsmarkt stellt aber auch für sie – abseits der einfachen Mitverlegung von Glasfasern bei anderen Tiefbauprojekten – vermutlich die höchste Hürde dar.

[223] Hier seien beispielsweise die „Gigabit Region Stuttgart“ und die „Thüringer Glasfasergesellschaft“ als vermutlich größte Zusammenschlüsse dieser Art erwähnt.

4.3.4 Kooperationen der New Entrants

4.3.4.1 Kooperationen unter New Entrants

Die verschiedenen potenziellen New Entrants bringen unterschiedliche Eigenschaften für einen Glasfasernetzausbau mit. Denkbar ist es daher, dass es zu Kooperationen untereinander kommt.

Die Stadtwerke stehen vor allem vor der Herausforderung, innerhalb des Telekommunikationsmarktes beim Betrieb und bei der Vermarktung von Telekommunikationsdiensten Skaleneffekte zu erreichen. Dies ist durchaus über Kooperationen lösbar, wenn dieser Teil des Geschäfts spezialisierten Unternehmen als Kooperationspartnern überlassen wird, während die Infrastruktur und deren Ausbau weiterhin vom Stadtwerk übernommen wird und die dabei für letzteres möglichen Synergien gehoben werden.

Stadtwerke und etablierte Wettbewerber bringen ebenfalls kombinierbare Vorteile für eine solche Kooperation mit: Die einen können günstiger ausbauen, die anderen können mit dem Endkundenstamm, über den sie bereits verfügen, zügig zu einer Netzauslastung beitragen. Damit sind auch hier Kooperationen wahrscheinlich.

4.3.4.2 Kooperation mit VDSL- oder Kabelnetzbetreiber

Die existenziellen Risiken der New Entrants gehen zu einem nicht unwesentlichen Teil von den bestehenden Infrastrukturbetreibern aus. Könnten diese gemindert werden, könnte sich durchaus für die New Entrants eine sinnvolle Kooperation ergeben. Ein möglicher Kooperationsgewinn entsteht dabei sowohl aus diesem Faktor als auch aus den möglicherweise existierenden Ausbauvorteilen der heutigen Infrastrukturbetreiber heraus.

Demgegenüber steht für einen New Entrant ein neues Risiko: Der bestehende Infrastrukturbetreiber könnte die Verhandlungen und die Kooperation vielmehr dafür nutzen wollen, den Glasfasernetzausbau zu blockieren. Wie in Unterabschnitt 4.2.2 dargestellt, haben diese ein Interesse daran, den Glasfaserausbau von Dritten zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen. Dieser vorvertragliche Interessengegensatz – der Incumbent, der den Glasfasernetzausbau verlangsamen möchte, gegen den New Entrant, dessen Geschäftsgrundlage er darstellt – führt dazu, dass es bei der Vereinbarung zu nicht unerheblichen Transaktionskosten kommen kann, die wiederum den zu verteilenden Kooperationsgewinn schmälern können. Auch könnte ein New Entrant zu der Einschätzung gelangen, dass er einen Vertrag in der nötigen Qualität nicht verhandeln kann – er ist neu auf dem Telekommunikationsmarkt, während ihm ein erfahrener und etablierter Verhandlungspartner gegenübersteht, die Kenntnisse über den Markt sind also erheblich asymmetrisch verteilt.

Auch ist die Verhandlungsposition eines New Entrants – spiegelbildlich zu der Beschreibung in Unterabschnitt 4.2.4 – dann am stärksten, wenn die Verhandlungen erst geführt werden, wenn er seinen Ausbau abgeschlossen hat. In diesem Fall begünstigt eine Kooperation aber einen Glasfasernetzausbau nicht mehr.

Die Bereitschaft von New Entrants für Kooperationen mit den bestehenden Infrastrukturbetreibern hängt folglich von einer Abwägung ab: Mit Ausbausynergien und Risikoverringerung auf der einen Seite und Behinderungsrisiko und Verhandlungskomplexität auf der anderen Seite.

4.3.5 Zusammenfassung

Aus den dargestellten Betrachtungen zu New Entrants ergeben sich unterschiedliche Erkenntnisse:

(1) Maßgeblich für den Markteinstieg aller New Entrants bleibt, dass die erwarteten Einnahmen in der Zukunft die Investitionskosten übersteigen. Alles, was dazu beiträgt, die Einnahmen zu steigern oder die Kosten zu reduzieren, macht einen Markteinstieg wahrscheinlicher.

(2) Unter den New Entrants werden wahrscheinlich Stadtwerke und kommunale Zweckverbände eine führende Rolle beim Glasfaserausbau einnehmen, aufgrund der Synergien, die erstere zu generieren in der Lage sind, der Akzeptanz langer Amortisationszeiträume, die beide teilen, und dem politischen Willen, der diese Akteure zusätzlich antreibt und der eine gewisse Risikotoleranz fördert. Vom Kapitalmarkt getriebene Investitionsvehikel könnten ebenfalls in Zukunft eine Rolle spielen, ihr Aktivitätslevel hängt zugleich deutlich unmittelbarer von der wirtschaftlichen Attraktivität eines Ausbaus beziehungsweise dessen Risiken und der erreichbaren Kapitalverzinsung ab.

(3) Die etablierten ServCo-Wettbewerber werden sich vermutlich auch weiterhin abwartend verhalten und einen Glasfaserausbau nicht selbst vorantreiben. Da, wo er allerdings entsteht, werden sie zügig versuchen, von ihm zu profitieren, wofür es Gelegenheit geben könnte. Für sie spricht daher das Chancen-Risiko-Verhältnis eher für ein Abwarten, bis ein Dritter Glasfasernetze errichtet, und gegen einen eigenen Ausbau. Außerdem kommt erschwerend hinzu, dass ein Umstieg von einem ServCo- zu einem InfCo-Geschäftsmodell mit einer weitgehenden Veränderung des Geschäftsmodells einhergehen würde.

(4) Ein existenzielles Risiko stellt das Verhalten der Betreiber bestehender Infrastrukturen dar. Abschreckungsstrategien dieser können New Entrants leicht in Existenznöte bringen. Außerdem können schon geringe Fehleinschätzungen oder ungünstigere

Entwicklungen bezüglich der Einnahmen die New Entrants an den Rand der wirtschaftlichen Existenzfähigkeit bringen.

(5) Dies gilt, weil die hohen initialen Investitionskosten wirtschaftlich auf den New Entrant drücken und der Puffer zwischen erhofften Einnahmen und diesen Investitionskosten im Vergleich zu den Investitionskosten selbst womöglich klein ist, weswegen schon geringe Erschütterungen mit der Gefahr eines Verlusts des eingesetzten Kapitals für die initialen Investoren verbunden sind.

4.3.6 In der Realität: Beobachtbares Verhalten der New Entrants

Das Bild in der Realität deckt sich weitgehend mit den vorstehenden theoretischen Betrachtungen:

Bisher geht der Glasfasernetzausbau nicht von den etablierten ServCo-Wettbewerbern aus. Diese sind im Gegenteil relativ zurückhaltend und beschränken sich darauf, von den Unternehmen, die Glasfasernetze ausgebaut haben, Vorleistungen – wie zuvor bei der Deutschen Telekom – zu beziehen.

Stadtwerke drängen politisch getrieben auf einen Glasfaserausbau und führen diesen lokal in ihren Gebieten immer häufiger durch, stoßen dabei aber auf die Probleme des Skalierens auf dem Telekommunikationsmarkt, weswegen auch erste spezialisierte Betreiberunternehmen in Zusammenarbeit mit Stadtwerken auftauchen.

An wirtschaftlichen weiteren Akteuren ist bisher die Deutsche Glasfaser das einzige Unternehmen von breiterer Aktivität auf dem Markt.[224]

Was Kooperationen angeht, bleibt die Realität bisher hinter dem hier theoretisch beschriebenen zurück. Dies liegt aber vermutlich auch daran, dass es noch etwas Zeit braucht, bis die passenden Kooperationsmodelle entwickelt sind, die dann womöglich von unterschiedlichen Akteuren in unterschiedlichen Konstellationen angewendet werden.

[224] In der Presse gibt es heute, im Jahr 2021, bereits weitere Meldungen, beispielsweise eine Kooperation zwischen der Allianz und der spanischen Telefónica-Gruppe, in der die deutsche Tochter letzterer, Telefónica O2, eine Nebenrolle spielt. Bisher ist es allerdings weder aus diesem Konstrukt noch aus weiteren zu einem signifikanten realen Ausbau gekommen.

4.4 Der Kabelnetzbetreiber: Vodafone

4.4.1 Die Vodafone als Akteur

Vodafone ist in Deutschland – hinter der Deutschen Telekom – der zweitgrößte Telekommunikationsanbieter und ebenfalls sowohl mit Mobilfunk- als auch mit Festnetzprodukten tätig. In den letzten Jahren ist es der Vodafone gelungen, aus der Rolle des Abnehmers von Vorleistungen der Deutschen Telekom herauszukommen, indem die bestehenden Kabelnetze – erst mit der Übernahme von Kabel Deutschland und dann mit der von Unitymedia – von ihr konsolidiert wurden. Damit kommt der Vodafone ein Stück weit eine Zwitterrolle zu: Da, wo sie über ein Kabelnetz verfügt, ist sie selbst InfCo und NetCo und der Glasfasernetzausbau eines Dritten würde dazu führen, dass ihre Kabelinfrastruktur entwertet wird. Das betrifft rund 64 Prozent der Haushalte in Deutschland, in denen eine Kabelinfrastruktur besteht.[225] Sie ist dort ähnlichen Anreizen wie die Deutsche Telekom ausgesetzt. In den anderen rund 36 Prozent von Deutschland bezieht Vodafone weiterhin Vorleistungen der Deutschen Telekom, ist also selbst nicht also InfCo tätig und besitzt auch keine Infrastruktur, die durch den Glasfaserausbau eines Dritten entwertet werden könnte. Folglich ist sie in diesem Teil von Deutschland schematisch in der Rolle eines potenziellen New Entrants im NetCo- beziehungsweise InfCo-Markt.

Damit sind die Anreize für die Vodafone je nachdem, ob sie in einer Region bereits über ein Kabelnetz verfügt oder nicht, unterschiedlich. Dies soll im Folgenden berücksichtigt werden. Auch für die Vodafone soll analysiert werden, welche unterschiedlichen Strategieoptionen sich ihr auftun. Da, wo sie über ein Kabelnetz verfügt, ähneln diese denen des VDSL-Netzbetreibers: (i) Sie könnte selbst ein Glasfasernetz errichten, insbesondere, um dem Ausbau eines Dritten zuvorzukommen. (ii) Sie könnte Kooperationen suchen, um Nachteile durch den Ausbau eines Dritten zu reduzieren. (iii) Sie könnte versuchen, den Ausbau eines Dritten abzuschrecken. In der Realität gibt es überall dort, wo ein Kabelnetz existiert, auch fast immer ein paralleles VDSL-Netz, womit die Wettbewerbsintensität sowieso schon deutlich höher ist als in den reinen VDSL-Gebieten ohne Kabelnetz. Es soll analysiert werden, wie sich dies auf die Anreize für die Vodafone (und die des VDSL-Netzbetreibers) auswirkt.

Außerhalb des Kabelgebiets steht die Vodafone vor der Entscheidung, ob sie selbst ein Glasfasernetz errichtet, also in die Rolle einer InfCo einsteigt, auf der Basis einer schon existierenden starken Endkundenbasis und von Spill-over-Effekten aus der Vermarktung im Kabelgebiet. Auch dies soll im Folgenden analysiert werden.

[225] Vgl. Unterabschnitt 2.2.3.4.

4.4.2 Verhältnis zum Glasfasernetzausbau Dritter

4.4.2.1 Glasfasernetzausbau Dritter im eigenen Kabelgebiet

Innerhalb des Gebiets, in dem die Vodafone über ein Kabelnetz verfügt, sind ihre Anreize denen recht ähnlich, die auch für die Deutsche Telekom gelten: Die Vodafone verfügt mit dem Kabelnetz bereits über eine eigene Infrastruktur, die bisher nur im Wettbewerb mit der VDSL-Infrastruktur steht. Errichtet ein Dritter eine parallele Glasfaserinfrastruktur, stehen nun drei Infrastrukturen im Wettbewerb miteinander, womit sich die Position der Vodafone grundsätzlich verschlechtert. Diese Verschlechterung trifft die Vodafone noch stärker als die Deutsche Telekom, hat sie doch bisher im Segment M als einzige NetCo ein Angebot unterbreiten können. Jetzt tritt der Glasfasernetzanbieter dort mit ihr in den Wettbewerb.

Folgt man wieder dem numerischen Beispiel aus Unterabschnitt 3.3.1, zeigt sich die Stärke dieses Effekts: Hat der Kabelnetzbetreiber allein im Wettbewerb mit dem VDSL-Netzbetreiber im Gleichgewicht je Periode noch einen Gewinn von 1.122 erzielt, schrumpft dieser nach Ausbau einer Glasfaserinfrastruktur durch einen Dritten auf 493, also um 629 beziehungsweise 56 Prozent.[226] Auch über die Zeit reduziert sich der Gewinn des Kabelnetzbetreibers erheblich, wenn auch wieder relativ nicht ganz so stark wegen der Zeit beanspruchenden Migration zum neuen Gleichgewicht: Kann der Kabelnetzbetreiber ohne Glasfaserausbau des Dritten noch mit einem Gewinn über die Zeit von 141.827 rechnen, schrumpft dieser mit Ausbau des Dritten auf 90.771, also um 51.055 beziehungsweise 36 Prozent. Baut allerdings der VDSL-Netzbetreiber das Glasfasernetz aus – und bleibt es damit beim Wettbewerb zwischen nur zwei Infrastrukturen – sinkt der Gewinn des Kabelnetzbetreibers erheblich weniger, nämlich nur um 24.676 beziehungsweise 17 Prozent.[227]

Tabelle 48: **Gewinne über die Zeit des Kabelnetzbetreibers nach Errichtung eines Glasfasernetzes durch einen New Entrant bei parallelem VDSL-Netz**

Szenario	Gewinn über die Zeit von b
Kein Glasfasernetz	141.827
Glasfasernetz wird von einem New Entrant errichtet	90.771 (-36%)
Glasfasernetz wird vom VDSL-Netzbetreiber errichtet	117.151 (-17%)

Auch für den Kabelnetzbetreiber ist der Ausbau eines Glasfasernetzes durch einen Dritten – wie für den VDSL-Netzbetreiber – folglich mit einem erheblichen wirtschaftlichen Verlust verbunden.

[226] Siehe für diese Werte Unterabschnitt 3.3.3.5.
[227] Diese Werte ergeben sich mit den Periodengewinnen und der Anwendung der Methodik aus Unterabschnitt 3.5.1.

4.4.2.2 Glasfasernetzausbau Dritter außerhalb des eigenen Kabelgebiets

Außerhalb des eigenen Kabelgebiets sind die Anreize für die Vodafone bezüglich eines Glasfaserausbaus eines Dritten völlig andere: Hier ist sie bisher weder als InfCo noch als NetCo aktiv. Sie besitzt also kein Netz, dessen Gewinnerwartung durch den Ausbau verschlechtert wird. In diesen Gebieten ist die Vodafone bisher nur als ServCo aktiv und bezogen auf diese Rolle verbessert sich ihre wirtschaftliche Situation: War sie bisher von der – durch Regulierung eingeschränkten – Deutschen Telekom abhängig, eröffnet sich ihr nun erstmals die Möglichkeit, auf dem aktiven Vorleistungsmarkt zwischen unterschiedlichen Vorleistungslieferanten wählen. Sie hat damit eine größere Verhandlungsmacht und erzielt womöglich bessere Vorleistungspreise.[228]

Gerade wenn der Markt zersplittert ist – also in vielen Regionen unterschiedliche Unternehmen Glasfasernetze errichten – hat die Vodafone sogar Vorteile gegenüber ihren Wettbewerbern: Aufgrund der hohen Endkundenzahl auch außerhalb des Kabelgebietes wird es ihr womöglich mit am schnellsten gelingen bei der Anbindung der unterschiedlichen Vorleistungslieferanten Skaleneffekte zu erreichen – woraus sich durchaus eine positive Marge ergeben könnte.

Baut also ein Dritter außerhalb des eigenen Kabelgebiets ein Glasfasernetz aus, könnte dies die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Vodafone verbessern.

4.4.3 Der Kabelnetzbetreiber als Glasfasernetzausbauender

4.4.3.1 Glasfasernetzausbau im eigenen Kabelgebiet

Bezüglich eines eigenen Glasfaserausbaus des Kabelnetzbetreibers im Kabelgebiet gilt vieles analog, was auch schon für den VDSL-Netzbetreiber in Unterabschnitt 4.2.3 beschrieben wurde. Die Vorteile des VDSL-Netzbetreibers ergeben sich – wie dort beschrieben – aus unterschiedlichen Faktoren: (i) günstigere Ausbaukosten, (ii) der Erschließung zusätzlicher Monetarisierungsmöglichkeiten und einer stärkeren Wettbewerbsposition, sowie (iii) dem Zuvorkommen eines möglichen Ausbaus eines Dritten. Diese Überlegungen sollen hier noch einmal analog für den Kabelnetzbetreiber mit besonderem Blick auf dessen Besonderheiten angestellt werden.

Auch der Kabelnetzbetreiber hat beim Ausbau erhebliche Kostenvorteile, diese sind bei ihm sogar größer als beim VDSL-Netzbetreiber: So kann er heute Endkunden mit Geschwindigkeiten von bis zu einem Gbit/s versorgen, er kann also nicht nur das Segment S, sondern auch das Segment M auf seinem heutigen Kabelnetz bedienen. Erst wenn Endkunden ins Segment

[228] Vgl. hierzu Unterabschnitt 4.3.3.2.

L wechseln, muss die Vodafone auch zu diesen Endkunden hin Gebäudezuführung und Im-Gebäude-Netze errichten. Das wird zeitlich deutlich später sein, als es beim VDSL-Netzbetreiber der Fall ist. Auch die Vodafone könnte folglich initial ausschließlich den Homes-Passed-Teil des Netzes errichten, damit sogar – sozusagen als Nebenwirkung – Kapazitäten auf dem Kabelnetz erhöhen, und erst wenn Endkunden tatsächlich sehr hohe Bandbreiten nachfragen, den Rest des Glasfasernetzes errichten. Daraus ergeben sich erhebliche Zinsvorteile. Werden die beiden fehlenden Teile beispielsweise erst verteilt über das Jahr 5 bis zum Jahr 20 errichtet, ergeben sich daraus Zinsvorteile, die mehr als 15 Prozent der Ausbaukosten eines Glasfasernetzes entsprechen, denen ein New Entrant gegenüberstünde.[229] [230]

Der Kabelnetzbetreiber hat bereits mit dem Kabelnetz Vermarktungschancen im Segment M. Die Vodafone würde sich mit einem eigenen Glasfaserausbau Möglichkeiten im Segment L eröffnen, diese sind jedoch vergleichsweise gering, da nur wenige Endkunden für dieses Segment kurzfristig eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft mitbringen. Auch die Stärkung der Wettbewerbsposition gegenüber dem VDSL-Netzbetreiber wäre damit nur minimal. Daher ist nicht davon auszugehen, dass eines von beidem ein wesentliches Motiv für einen Glasfaserausbau des Kabelnetzbetreibers sein würde.

In der Realität gibt es annähernd überall, wo ein Kabelnetz existiert, auch parallel ein VDSL-Netz. Dadurch verschieben sich auch die Überlegungen bezüglich eines eigenen Ausbaus, um dem möglichen Ausbau eines Dritten zuvorzukommen. Dies zeigt sich im numerischen Beispiel: Ohne eigenen Glasfaserausbau würde der Kabelnetzbetreiber einen Gewinn über die Zeit von 141.827 erzielen. Kommt es zu einem Einstieg eines Dritten, schrumpft dieser auf 90.771. Ein eigener Ausbau würde den Kabelnetzbetreiber entsprechend den Betrachtungen in diesem Unterabschnitt 15 Prozent weniger kosten als beispielsweise einen New Entrant, die Kosten (C) lägen also bei 102.000. Baut der Kabelnetzbetreiber selbst das Glasfasernetz, erzielt er Gewinne über die Zeit von 169.100. Wieder in den Begrifflichkeiten des Innovationswettbewerbs gesprochen – siehe Unterabschnitt 4.2.3.4 – liegt die Gewinnsteigerung bei einer eigenen Investition des Kabelnetzbetreibers ohne Berücksichtigung der Investitionskosten aufgrund des Ersetzungseffekts, weil auch der Kabelnetzbetreiber sein eigenes Netz ersetzt, bei nur +27.273, sie ist also noch einmal geringer als die des VDSL-Netzbetreibers und erheblich unterhalb der eines New Entrants. Bezieht man den Effizienzeffekt mit ein, vergleicht man also wieder den Gewinn über die Zeit, den der Kabelnetzbetreiber erzielt,

[229] Siehe hierzu Fußnote 181, diesmal wird die Einsparung berechnet mit einem gleichverteilten Ausbau der Gebäudezuführungen und Im-Gebäude-Verkabelungen über die Jahre 5 bis 20.
[230] Ein weiterer und schwer zu beziffernder Vorteil, den die Vodafone gegenüber einem New Entrant hätte, ist, dass die Vodafone aus dem Kabelgeschäft heraus bereits über eine etablierte Geschäftsbeziehung zur Wohnungswirtschaft verfügt, die für einen Im-Gebäude-Ausbau mit Glasfasernetzen erfolgskritisch ist.

wenn er selbst in die Innovation des Glasfasernetzausbaus investiert, mit dem Gewinn über die Zeit, den er erzielt, wenn dies von einem anderen getan wird, erzielt er in Summe eine Gewinnsteigerung von +78.329, bei sicherem Eintritt eines New Entrants, beziehungsweise von +51.948, falls der VDSL-Netzbetreiber in diese Innovation investiert.[231]

Hier gilt allerdings wieder, dass der Glasfaserausbau eines anderen unsicher ist. Das Kalkül in Abhängigkeit von der Ausbauwahrscheinlichkeit eines Dritten p ergibt sich für den Kabelnetzbetreiber wie folgt, wobei vom Ausbau eines New Entrants ausgegangen wird:

Tabelle 49: **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Kabelnetzbetreibers bei eigenem Glasfaserausbau mit einem New Entrant als ansonsten Ausbauendem**	
Position	Effekt mit paralleler VDSL-Infrastruktur
a) Gewinn mit eigenem Ausbau	+169.100
b) Ausbaukosten	-102.000
c) Gewinn ohne eigenen Ausbau	$-((1-p)*141.827+p*90.771)$
Summe (a+b+c)	$-74.727+p*51.056$
Kritische Wahrscheinlichkeit p	-

Der Kabelnetzbetreiber würde also selbst bei hundertprozentiger Sicherheit, dass ein Dritter ausbauen würde, diesem nicht mit einem eigenen Ausbau zuvorkommen.

Erst, wenn sich die Präferenz für hohe Bandbreiten verstärkt – der Logik von Unterabschnitt 3.4.1 folgend –, wird es theoretisch vorstellbar, dass der nun stärker werdende Effizienzeffekt den Kabelnetzbetreiber hinreichenden Anreiz gibt, selbst in den Glasfasernetzausbau zu investieren, wobei wieder vom Ausbau eines New Entrants mit einer Wahrscheinlichkeit p ausgegangen wird:

Tabelle 50: W**irtschaftlichkeitsbetrachtung des Kabelnetzbetreibers bei eigenem Glasfaserausbau bei stärkerer Bandbreitenneigung mit einem New Entrant als ansonsten Ausbauendem**	
Position	Effekt mit paralleler VDSL-Infrastruktur
a) Gewinn mit eigenem Ausbau	+229.924
b) Ausbaukosten	-102.000
c) Gewinn ohne eigenen Ausbau	$-((1-p)*193.009+p*116.046)$
Summe (a+b+c)	$-65.085+p*76.963$
Kritische Wahrscheinlichkeit p	85%

[231] Siehe für den Innovationswettbewerb Unterabschnitt 4.2.3.4.

Nimmt man nun aber stattdessen an, dass der VDSL-Netzbetreiber derjenige ist, der in den Glasfasernetzausbau investieren könnte, und nicht ein New Entrant, verschiebt sich dieses Kalkül wieder. Dann gilt, dass auch eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 100% nicht dazu führt, dass der Kabelnetzbetreiber versuchen würde, diesem zuvorzukommen, die Gewinnreduktion in diesem Fall, in dem es beim Duopol bleibt, ist dafür zu gering. Sein Gewinn über die Zeit in diesem Szenario mit dem Glasfasernetzausbau des VDSL-Netzbetreibers würde dann immer noch 134.396 betragen, wo er beim Ausbau eines New Entrants nur 116.046 beträgt:

Tabelle 51: **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Kabelnetzbetreibers bei eigenem Glasfaserausbau bei stärkerer Bandbreitenneigung mit dem VDSL-Netzbetreiber als ansonsten Ausbauendem**	
Position	Effekt mit paralleler VDSL-Infrastruktur
a) Gewinn mit eigenem Ausbau	+229.924
b) Ausbaukosten	-102.000
c) Gewinn ohne eigenen Ausbau	$-((1-p)*193.009+p*134.396)$
Summe (a+b+c)	$-65.085+p*58.613$
Kritische Wahrscheinlichkeit p	-

Damit gilt, zieht man die Erkenntnisse aus Unterabschnitt 4.2.3.5 ebenfalls heran, dass in einer Situation, in der es eine stärkere Präferenz für hohe Bandbreiten gibt, und in einer Region im Kabelgebiet, in der der Markteintritt eines New Entrants sehr wahrscheinlich erscheint, sowohl der VDSL-Netzbetreiber als auch der Kabelnetzbetreiber geneigt sein könnten, dem New Entrant mit einem eigenen Glasfasernetzausbau zuvorzukommen. Es wäre für beide allerdings gleichzeitig noch vorteilhafter, dem jeweils anderen bisherigen Netzbetreiber den Vortritt zu lassen:

Tabelle 52: **Gewinne über die Zeit des VDSL-Netzbetreibers und Kabelnetzbetreibers im Kabelgebiet in Abhängigkeit davon, wer das Glasfasernetz ausbaut, inklusive Investitionskosten und bei stärkerer Bandbreitenneigung**		
Errichter des Glasfasernetzes	Gewinn über die Zeit des VDSL-Netzbetreibers[232]	Gewinn über die Zeit des Kabelnetzbetreibers
New Entrant	57.775	116.046
VDSL-Netzbetreiber	61.450 (inklusive Investitionskosten)	134.396
Kabelnetzbetreiber	82.028	127.924 (inklusive Investitionskosten)

[232] Vgl. für die ersten beiden Werte 4.2.3.4, der zweite entspricht dem Gewinn über die Zeit von 157.450 abzüglich der Investitionskosten von 96.000. Der Wert für die Errichtung des Glasfasernetzes durch die Kabelnetzbetreibers ergibt sich beim Übergang über die Zeit zwischen den Szenarien mit einem konkurrierenden Kabelnetz hin zu einem mit einem konkurrierenden Glasfasernetz.

Damit hängt die Entscheidung über einen eigenen Glasfasernetzausbau sowohl des Kabelnetzbetreibers als auch des VDSL-Netzbetreibers nun nicht mehr nur davon ab, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Markteinstieg eines New Entrants eingeschätzt wird, sondern auch, mit welcher Wahrscheinlichkeit der zuvorkommende Glasfasernetzausbau des jeweils anderen etablierten Infrastrukturbetreibers erwartet wird, wobei eine hoch eingeschätzte Wahrscheinlichkeit des Markteinstiegs eines New Entrants den Anreiz für einen eigenen Ausbau erhöht und eine hoch eingeschätzte Wahrscheinlichkeit, dass der andere etablierte Infrastrukturbetreiber diesem zuvorkommend ausbaut, den Anreiz für einen eigenen Ausbau reduziert.

Die vorstehenden Überlegungen gelten analog, wenn nicht die Bandbreitenneigung stärker ist, sondern stattdessen die Ausbaukosten in einer Region sehr niedrig sind.

4.4.3.2 Glasfasernetzausbau außerhalb des eigenen Kabelgebiets

Außerhalb des eigenen Kabelgebiets gelten für die Vodafone andere Maßstäbe: Hier wäre das Unternehmen in der Rolle eines New Entrants als InfCo beziehungsweise NetCo und die Anreize, denen die Vodafone ausgesetzt ist, entsprechen denen, die in Unterabschnitt 4.3.3.2 für die etablierten Wettbewerber beschrieben wurden. So ergibt sich auch für die Vodafone ein Startvorteil, was die kritische Migrationsgeschwindigkeit auf das neue Netz angeht, da die Vodafone bereits über einen Endkundenstamm verfügt. Dies wird speziell für die Vodafone noch verstärkt, weil intensives Marketing im Kabelgebiet sicherlich auch im Nicht-Kabelgebiet Einfluss auf Kunden haben wird.[233] Allerdings gilt auch für die Vodafone, dass es Sinn machen könnte, lieber den Ausbau eines Dritten abzuwarten, um in Vorleistungsverhandlungen mit diesem dann seine starke Stellung auf dem Endkundenmarkt bei geringerem Risiko gewinnbringend einsetzen zu können.

Würde die Vodafone einen solchen Ausbau durchführen, könnte sich mittelfristig ein weiteres Problem ergeben: Das Unternehmen könnte dadurch bundesweit eher in eine marktbeherrschende Stellung rücken und würde dann zum Adressaten einer entsprechenden – gewinnreduzierenden – Regulierung werden.

In diesem Gebiet hat die Vodafone demnach – den Betrachtungen aus Unterabschnitt 4.3.3.2 folgend – wenig Anreiz, einen Glasfasernetzausbau durchzuführen.

[233] Allein, dass rund 10 Prozent der Endkunden jedes Jahr ihren Wohnsitz wechseln und ihre Telekommunikationsverträge üblicherweise mitnehmen, würde dazu führen, dass eine starke Vermarktung im Kabelgebiet dazu führt, dass mittelfristig auch im Nicht-Kabelgebiet der Marktanteil der Vodafone erheblich steigt.

4.4.4 Mögliche Kooperationsstrategien des Kabelnetzbetreibers

4.4.4.1 Kooperationen im eigenen Kabelgebiet

Ähnlich wie die Deutsche Telekom und wie für diese in Unterabschnitt 4.2.4 beschrieben, könnte die Vodafone, soweit ein anderer ein Glasfasernetz im Kabelgebiet der Vodafone errichtet hat, einen Kooperationsgewinn erzielen, indem sie mit diesem eine Kooperationsvereinbarung trifft. Allerdings ist – wie schon für den VDSL-Netzbetreiber beschrieben – die Situation vertrackt, wenn eine dritte parallele Infrastruktur existiert, die ebenfalls von einer Verringerung der Wettbewerbsintensität aufgrund der Kooperation profitiert. Im Kabelgebiet ist dies mit der VDSL-Infrastruktur fast immer der Fall. Damit besteht maximal – wenn überhaupt – ein geringes Potenzial für einen Kooperationsgewinn. Gleichzeitig ist die Kooperation für den VDSL-Netzbetreiber schon grundsätzlich wertvoller als für den Kabelnetzbetreiber: Ersterem wird erstmals ermöglicht, seinen Endkunden ein Angebot von Tarifen in den Segmenten M und L zu unterbreiten. Für den Kabelnetzbetreiber entfällt der Mehrwert, der sich aus einem erstmaligen Angebot von Tarifen im Segment M ergibt, da er hier schon aktiv ist. Damit liegt der Kooperationsgewinn bei einer Kooperation zwischen dem VDSL-Netzbetreiber und dem Dritten systematisch und erheblich höher als bei einer Kooperation zwischen dem Kabelnetzbetreiber und dem Dritten. Es ist demnach nicht zu erwarten, dass die Vodafone einen Schwerpunkt auf Kooperationen mit Glasfasernetzbetreibern im eigenen Kabelgebiet legen wird.

4.4.4.2 Kooperationen außerhalb des eigenen Kabelgebiets

Bezüglich Kooperationen außerhalb des Kabelgebiets gelten für die Vodafone die Anreize, die für etablierte Wettbewerber in Unterabschnitt 4.3.4 beschrieben werden: Da die Vodafone eine erhebliche Endkundenzahl und damit eine beschleunigte Migration auf das neue Netz in eine Kooperation einbringen kann, ist zu erwarten, dass Glasfaser ausbauende Unternehmen ein starkes Interesse daran haben, mit der Vodafone Kooperationen abzuschließen oder zumindest die Inanspruchnahme von Vorleistungen durch die Vodafone zu vereinbaren.

4.4.5 Strategien zur Verhinderung des Ausbaus Dritter

4.4.5.1 Abschreckungsstrategien

Ähnlich wie der VDSL-Netzbetreiber und wie für diesen in Unterabschnitt 4.2.5 beschrieben, hat der Kabelnetzbetreiber durchaus den Anreiz, einen Glasfaserausbau eines Dritten im eigenen Kabelgebiet abzuschrecken. In zwei Dimensionen ist dieser stärker als beim VDSL-Netzbetreiber: (i) Weil die Vodafone bereits im Marktsegment M aktiv ist, hat das Unternehmen bessere Möglichkeiten, was eine wirksame Abschreckungsstrategie auf dem bestehenden Netz angeht. (ii) Während die Deutsche Telekom einen vollständigen Verzicht auf den

Glasfaserausbau erreichen muss, ist es für Vodafone ausreichend, wenn der Ausbau sich in anderen Regionen – in denen es eben kein Kabelnetz gibt – verlagert.

Eine Abschreckungsstrategie für den Kabelnetzbetreiber könnte es wieder sein, auf dem Kabelnetz zusätzliche Kapazitäten aufzubauen und Mengen auszubringen. Hier gilt nun, dass der Kabelnetzbetreiber schon durch einen geringeren Gewinnverzicht den Gewinn des New Entrants mit dem Glasfasernetz erheblich reduzieren kann: Erzielt letzterer im Kabelgebiet im Gleichgewicht bei paralleler VDSL-Infrastruktur noch einen Gewinn von 894, während der Kabelnetzbetreiber einen Gewinn von 493 erzielt[234], kann der Kabelnetzbetreiber durch 20 Prozent höhere Kapazitäten beziehungsweise Mengen im Segment M den Gewinn des Glasfasernetzbetreibers auf 731 reduzieren (-163 beziehungsweise -18 Prozent), während der eigene Gewinn des Kabelnetzbetreibers nur um 6 Prozent auf 463 schrumpft. Die Abschreckungsmöglichkeiten des Kabelnetzbetreiber auf seinem Netz sind also deutlich weniger kostenintensiv als die des VDSL-Netzbetreibers auf dessen. Dem Kabelnetzbetreiber fiele es daher deutlich leichter, eine Abschreckungsstrategie durchzuhalten.

Die bessere Abschreckungsposition des Kabelnetzbetreibers wird durch den zweiten Unterschied zum VDSL-Netzbetreiber verstärkt: Sind die Unternehmen, die ausbauen könnten, nicht an eine einzelne Region gebunden, sondern Unternehmen, die ihre (begrenzten) Ressourcen in unterschiedlichen Regionen einsetzen, jeweils in der Reihenfolge beginnend mit der Region mit dem größten Ertrag und der Region mit dem geringsten (positiven) Ertrag am Ende, hat der Kabelnetzbetreiber einen weiteren Anhaltspunkt, eine Abschreckungsstrategie im Kabelgebiet zu exekutieren, und die New Entrants sozusagen zwar nicht zum Marktausstieg, aber doch zur Verlagerung ihrer Geschäftstätigkeit in Gebiete, wo es für den Kabelnetzbetreiber nicht zum Nachteil wäre, zu lenken.

Werden beide Sachverhalte gemeinsam betrachtet, ergibt sich das folgende Abschreckungsrisiko: Angenommen, es gibt Regionen im und außerhalb des Kabelgebiets, die – ohne Abschreckungsstrategie des Kabelnetzbetreibers – von ähnlicher wirtschaftlicher Attraktivität sind, kann der Kabelnetzbetreiber jetzt – bei relativ geringen Kosten – durch eine kurze Anwendung einer Abschreckungsstrategie die Rangfolge eines regional flexiblen New Entrants so beeinflussen, dass es im Kabelgebiet – erst einmal – nicht zu einem Glasfaserausbau kommt. Für eine dauerhafte Abschreckung gilt zwar weiterhin, was in Unterabschnitt 4.2.5.2 und 4.2.5.3 für den VDSL-Netzbetreiber begründet wurde, dass nämlich eine solche nicht möglich ist. Eine temporäre, deren Wirkung allein eine regionale Verschiebung ist, erscheint aber denkbar.[235]

[234] Siehe für diese Werte Unterabschnitt 3.3.3.4.
[235] In dem Fall gleicher wirtschaftlicher Attraktivität ohne Abschreckungsstrategie würde es beispielsweise reichen, die Strategie nur während einer möglichen Vorvermarktung des New Entrants anzuwenden, in der ein Ausbau noch abgebrochen werden kann. Abseits davon ist auch hier wieder imperfekte

4.4.5.2 Raising your rivals‘ costs

Wie schon für den VDSL-Netzbetreiber in Unterabschnitt 4.2.5.4 beschrieben, könnte auch der Kabelnetzbetreiber versucht sein, nicht nur Abschreckungsstrategien zu prüfen, sondern auch darauf hinzuwirken, die Kosten möglicher New Entrants zu erhöhen und ihnen den Markteinstieg so zu erschweren.

Bezüglich der Steigerung von Ausbau-, Betriebs- und Interaktionskosten der Dritten gilt weitgehend das gleiche, was auch für den VDSL-Netzbetreiber gilt: Aufgrund der schon existierenden Verrechtlichung und der politischen Gesamtlage ist dies keine erfolgsversprechende Strategie.

In einem Themenkomplex ergibt sich allerdings eine Möglichkeit für den Kabelnetzbetreiber, über die der VDSL-Netzbetreiber nicht verfügt: Erfolgskritisch für den Glasfaserausbau ist, dass es dem ausbauenden Unternehmen gelingt, auch Im-Gebäude-Verkabelungen zu errichten oder Zugriff auf solche zu erhalten, wo diese beispielsweise von Gebäudeeigentümern bereits errichtet wurden. Dafür ist es notwendig, eine Geschäftsbeziehung zu Unternehmen der Wohnungswirtschaft aufzubauen. Über eine solche Geschäftsbeziehung verfügt der Kabelnetzbetreiber aus seinem angestammten Kabelfernsehengeschäft heraus bereits. Er könnte folglich versucht sein, diese Geschäftsbeziehung zu nutzen, um einem New Entrant den Zugang zu erschweren. Dies könnte dadurch geschehen, dass er in seinen Verträgen mit den Wohnungswirtschaften entweder den Zugang für einen Dritten mit einer eigenen Im-Gebäude-Verkabelung ausschließt oder Anreize verankert, die das Gleiche als Ergebnis hätten.

Würde diese Strategie erfolgreich angewandt werden, würden dadurch die Ausbaukosten der New Entrants erheblich steigen: Bei gleichen Ausbaukosten je Home Passed können später weniger Endkunden real versorgt werden, nämlich die in den betroffenen wohnungswirtschaftlichen Gebäuden wohnenden nicht mehr. Das heißt die Ausbaukosten für jeden real erreichbaren Endkunden steigen. Würde eine solche Strategie des Kabelnetzbetreibers dazu führen, dass 20 Prozent der potenziellen Endkunden in einer Region nicht mehr mit dem Glasfasernetz versorgt werden können und lägen die Ausbaukosten je Home Passed beispielsweise bei 1.000 Euro, würde ein Wegfall von nur 20 Prozent des Potenzials dazu führen, dass für jeden real erreichbaren Kunden jetzt Kosten von 1.250 Euro anfallen (+25 Prozent).

„Raising your rivals‘ costs“ ist damit eine reale Option für den Kabelnetzbetreiber, wobei sich auch hier die Wirksamkeit wieder auf das Kabelgebiet beschränkt.

Information für eine wirksame Abschreckung notwendig. In den hier beschriebenen Rahmenbedingungen können aber schon geringfügige Informationsverzerrungen dazu führen, dass New Entrants eine der Abschreckung entsprechende wirtschaftliche Situation erwarten.

4.4.6 Zusammenfassung

Aus diesen theoretischen Betrachtungen lassen sich unterschiedliche Schlüsse ziehen:

(1) Der Kabelnetzbetreiber hat weder in seinem eigenen Kabelgebiet noch außerhalb von diesem starke Anreize, einen Glasfaserausbau voranzutreiben. Im Kabelgebiet ist dies nicht einmal dann der Fall, wenn die Wahrscheinlichkeit, dass ein Dritter ein Netz parallel zum Kabelnetz errichtet, sehr hoch ist. Erst wenn die Präferenz für hohe Bandbreiten sich erheblich verstärkt, könnte ein solcher Anreiz entstehen. Aber auch dann wäre es für ihn immer noch günstiger, dem VDSL-Netzbetreiber den Vortritt beim Glasfasernetzausbau zu überlassen.
(2) Auch dass der Kabelnetzbetreiber in seinem Kabelgebiet Kooperationen mit Glasfasernetzbetreibern eingeht, ist eher unwahrscheinlich. Wo dies denkbar ist, hat der VDSL-Netzbetreiber stärkere Anreize, solche einzugehen. Außerhalb des Kabelgebiets sind Kooperationen und die Inanspruchnahme von Vorleistungen möglich.
(3) Für den Kabelnetzbetreiber bestehen starke Anreize, potenziellen Glasfaserausbau von New Entrants in ihrem Kabelgebiet zu verhindern. Dazu könnte er vor allem versuchen, die Kosten des Glasfaserausbaus eines Dritten – im Kabelgebiet – in die Höhe zu treiben („Raising your rivals‘ costs“). Dafür hat er stärkere Möglichkeiten als der VDSL-Netzbetreiber. Auch, wenn er den Markteinstieg von New Entrants zwar nicht komplett verhindern kann, könnte er zudem Abschreckungsstrategien anwenden, die die New Entrants sozusagen aus dem Kabelgebiet herauslenken, indem er deren Wirtschaftlichkeit in diesem so weit verschlechtert, dass andere Regionen relativ attraktiver werden.

Zusammengefasst ist der Kabelnetzbetreiber wahrscheinlich kein Akteur des Glasfaserausbaus. Von ihm können jedoch Risiken für diesen ausgehen.

4.4.7 In der Realität: Beobachtbares Verhalten der Vodafone

Wie theoretisch beschrieben, ist die Vodafone bisher kein wesentlicher Akteur eines Glasfaserausbaus, weder innerhalb des eigenen Kabelgebiets noch außerhalb. Auch, was Kooperationen angeht, ist die Vodafone bisher nicht sichtbar in Erscheinung getreten.

Da es bisher nicht zu Versuchen eines Glasfaserausbaus im Kabelgebiet gekommen ist, bleibt abzuwarten, ob die Vodafone dort Abschreckungsstrategien anwenden wird.[236]

[236] Die Glasfasernetze, die im Kabelgebiet existieren, zum Beispiel in München und Köln, sind zu einer Zeit errichtet worden, als das Kabelnetz nicht die heutige Wettbewerbsposition hatte.

4.5 Politik und Regulierung

4.5.1 Politik und Regulierung als Akteure

Die deutsche Politik verfolgt, wie in Unterabschnitt 2.3.1 beschrieben, das Ziel, den Glasfaserausbau in Deutschland voranzubringen. Dazu verfügt sie grundsätzlich über zwei Werkzeuge: (i) Sie kann, wie es im Rahmen der in Unterabschnitt 2.3.2.2 beschriebenen Förderprogramme passiert, über Subventionen potenziellen Glasfaserausbauenden einen ansonsten unwirtschaftlichen Glasfaserausbau ermöglichen. (ii) Sie kann aber auch den rechtlichen Rahmen der Regulierung des Telekommunikationsmarktes so gestalten, dass dieser einen Glasfaserausbau möglichst begünstigt.

Will die Politik eine Begünstigung herbeiführen, so stehen ihr in der in Kapitel 3 und diesem Kapitel 4 entwickelten Logik unterschiedliche Werkzeuge zur Verfügung, die im Nachfolgenden diskutiert werden sollen.

4.5.2 Maßnahmen zur Förderung des Glasfasernetzausbaus

4.5.2.1 Vergleichsmaßstab: Subventionen für Glasfasernetzausbau

Besteht bei den potenziell ausbauenden Unternehmen eine Wirtschaftlichkeitslücke zwischen den abgezinsten Gewinnen über die Zeit, die nach einem Ausbau erzielt werden können, und den Ausbaukosten, gibt es eine relativ einfache Möglichkeit für die öffentliche Hand, diese Lücke zu schließen: Mit einer entsprechenden Subvention.[237]

Die Ausgestaltung und Bewertung solcher Subventionen ist nicht der Schwerpunkt dieser Arbeit. Im Folgenden sollen gleichwohl solche Subventionen als Vergleichsmaßstab herangezogen werden, was die Effektivität der im Folgenden beschriebenen Maßnahmen angeht. Die Logik dahinter ist diese: Auch die nötigen Subventionen wären durch Steuern oder sonstige Abgaben einzusammeln, was wohlstandsreduzierend wirken würde. Unstrittig ist jedoch: Mit entsprechend großen Subventionen kann ein flächendeckender Glasfaserausbau in Deutschland forciert werden. Andere Maßnahmen als Subventionen können aber dazu genutzt werden, das notwendige Subventionsvolumen – bei gleichem Gesamtergebnis – zu reduzieren. Die nachfolgend diskutierten Maßnahmen sollen genau daran – unter Einbezug der Auswirkung auf die Konsumentenrente – bewertet werden.

[237] Dass Subventionen ein erfolgreiches Mittel sind, zeigen unter anderen Fourberg/Korff (2020): Je höher die angebotene Subvention in einer Kommune ausfällt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass es zum Ausbau eines Glasernetzes kommt.

Es soll zur Verdeutlichung ein modifiziertes numerisches Beispiel aus Unterabschnitt 3.3.1 genutzt werden. Die Gewinne über die Zeit eines ausbauenden New Entrants sollen weiterhin wie in Abschnitt 3.5 dargestellt 106.819 betragen, wenn parallel nur ein VDSL-Netz existiert, das aber reguliert wird, und 72.565, wenn parallel sowohl ein VDSL- als auch ein Kabelnetz existieren. Es sollen insgesamt zehn Regionen existieren, davon fünf mit nur einem VDSL-Netz und den jeweiligen Ausbaukosten 115.000, 117.500, 120.000, 122.500 und 125.000. Außerdem fünf Regionen mit einem VDSL- und einem Kabelnetz, ebenfalls mit jeweils Ausbaukosten von 115.000, 117.500, 120.000, 122.500 und 125.000.

Wollte die öffentliche Hand in einer solchen Situation einen vollständigen Glasfaserausbau herbeiführen – Ineffizienzen seien bewusst ausgeklammert – wären Subventionen in Höhe von 303.080 notwendig, um in jeder Region die Lücke zwischen Gewinnen über die Zeit nach Ausbau und Ausbaukosten zu schließen, davon 65.905 in den Regionen mit parallelem VDSL-Netz und 237.175 in den Regionen mit VDSL- und Kabelnetz. Mit den so gesetzten Parametern würde die öffentliche Hand folglich 25 Prozent der notwendigen Investitionen über Subventionen tragen und solche Subventionen wären in allen der zehn definierten Regionen nötig.

4.5.2.2 Verzicht auf Regulierung bei VDSL?

Anstelle von Subventionen könnte die Regulierung des VDSL-Netzes eingeschränkt werden, um damit, wie in Unterabschnitt 3.4.4 gezeigt, auch die Gewinne über die Zeit der New Entrants als potenziellen Glasfasernetzbetreibern zu erhöhen. Dies könnte die Wirtschaftlichkeitslücke und damit den Subventionsbedarf reduzieren. Im numerischen Beispiel entsprechend dem Abschnitt 3.5 könnte der New Entrant jetzt einen Gewinn über die Zeit von 118.345 erzielen. Über alle Regionen könnten die nötigen Subventionen um 53.440 beziehungsweise um 18 Prozent reduziert werden. In einer Region wären sogar gar keine Subventionen mehr nötig, was den Glasfaserausbau zusätzlich beschleunigen würde.[238]

In der Realität sind abweichend vom Idealfall zwei konkrete Ausprägungen einer reduzierten Regulierung vorstellbar: (i) Der VDSL-Netzbetreiber wird genau in den Regionen aus der Regulierung entlassen, in denen ein Glasfasernetz von einem Dritten errichtet wurde. (ii) Der VDSL-Netzbetreiber wird pauschal aus der Regulierung entlassen. Beide Varianten sind mit unterschiedlichen Nebenwirkungen verbunden:

[238] Dieses Ergebnis ist auch konsistent zu dem von Briglauer/Cambini (2019). Diese zeigen, dass eine höher festgesetzte regulatorische Preisobergrenze – also eine schwächere Regulierung – zu einer schnelleren Migration auf ein neues Glasfasernetz führt und damit auch zu einer schnelleren Wirtschaftlichkeit einer Glasfasernetzinvestition. Ebenso zeigen Fourie/de Bijl (2018), dass es für einen Glasfaserausbau günstig sein kann, wenn kein regulatorisch induzierter Wettbewerb auf bestimmten Vorleistungsstufen existiert beziehungsweise dieser schwach ausgeprägt ist.

Wird der VDSL-Netzbetreiber entsprechend Variante (ii) pauschal und umfassend aus der Regulierung entlassen, würde die ideale Reduktion der notwendigen Subvention erreicht werden. Gleichzeitig wäre der VDSL-Netzbetreiber aber in der Lage, überall – auch da, wo es nicht zu einem Glasfaserausbau kommt – seine Preise zu erhöhen. Da, wo es nicht zu einem Glasfasernetzausbau kommt, würde sich dementsprechend die Konsumentenrente erheblich verschlechtern. Je nachdem, wie lange ein flächendeckender Glasfaserausbau dauern würde, würde diese Reduktion der Konsumentenrente größer oder kleiner ausfallen.

Wird dagegen der VDSL-Netzbetreiber entsprechend Variante (i) nur dort aus der Regulierung entlassen, wo ein Dritter bereits ein Glasfasernetz errichtet hat, ist der Effekt auf die Subventionen geringer: Entsprechend der Logik aus Unterabschnitt 3.4.2.2 hätte der VDSL-Netzbetreiber dann zum Zeitpunkt der Errichtung des Glasfasernetzes noch historisch bedingt höhere Kapazitäten, die erst über die Zeit entwertet werden würden. Dadurch käme es temporär in Reaktion darauf zu niedrigeren Kapazitäten auf dem Glasfasernetz, die Wirtschaftlichkeitslücke der New Entrants würde sich also wieder vergrößern. Die Reduktion des Subventionsbedarfs läge also unter dem erreichbaren Niveau. Dafür würde im Gegensatz zu Variante (ii) die Konsumentenrente weniger stark reduziert werden.

Damit ein New Entrant in seiner Ausbauentscheidung beeinflusst wird, muss dieser sicher sein, dass mit seinem Ausbau auch wirklich die Regulierung des VDSL-Netzes verschwindet. Politik und Regulierung sind folglich gefordert, in Variante (i) einen verlässlichen Rahmen zu schaffen, bei dem sozusagen automatisch bei Ausbau durch einen Dritten der Regulierungsdruck zurückgefahren wird.

Es bestehen also zwei unterschiedliche Möglichkeiten, durch Veränderungen des Regulierungsregimes bei VDSL einen Ausbau von Glasfaser zu fördern. Je eher ein flächendeckender Glasfaserausbau wahrscheinlich und je größer die Notwendigkeit ist, den Subventionsbedarf zu reduzieren, desto vorteilhafter wird die Variante (ii) mit einem umfassenden Verzicht auf Regulierung bei VDSL. Dauert ein Glasfaserausbau lange oder besteht nur geringe Notwendigkeit, Subventionsvolumina zu reduzieren, ist eine partielle Entlassung aus der Regulierung vorteilhafter.

4.5.2.3 Mitverlegungsansprüche

Wie in Unterabschnitt 2.2.4.4 beschrieben, sind die Unternehmen, die heute mit öffentlicher Förderung Glasfasernetze anbieten, dazu verpflichtet, Dritten einen Zugriff auf ihre passive Infrastruktur zu gewähren, was im Extremfall dazu führt, dass parallel mehrere Glasfasernetze entstehen. Dieses Risiko kann ebenfalls dazu führen, dass Unternehmen sich mit einem Glasfasernetzausbau zurückhalten. Müsste ein Unternehmen damit rechnen, dass parallel zu seinem eigenen ein weiteres Glasfasernetz entsteht, verschlechtert sich entsprechend

Unterabschnitt 3.3.4 die wirtschaftliche Perspektive des initial ausbauenden Unternehmens. Auch wenn Teile des Verlusts als Vorleistungsentgelt von dem parallelen Glasfasernetzbetreiber kompensiert werden würden, stiege der Subventionsbedarf.

Es soll wieder das numerische Beispiel aus Unterabschnitt 4.5.2.1 genutzt werden: Kommt es in einer Region zum Ausbau eines zweiten Glasfasernetzes, reduziert sich – siehe Unterabschnitt 3.5.1 – der Gewinn über die Zeit des ersten Glasfasernetzausbauenden erheblich: Bei parallelem VDSL-Netz auf 62.419, bei parallelem VDSL- und Kabelnetz auf 44.481. Selbst wenn angenommen wird, dass zwei Drittel der Gewinnreduktion vom ersten Glasfasernetzausbauenden über Leerrohrmieten wieder eingenommen werden – der Gewinn über die Zeit im reinen VDSL-Gebiet wäre dann 92.019 und der im VDSL- und Kabelgebiet 63.204 – steigt doch der Subventionsbedarf für alle 10 Regionen in Summe um 120.807 beziehungsweise um 40 Prozent.

Antizipiert folglich ein potenzieller Glasfasernetzausbauender, dass später Mitverlegungsansprüche ihm gegenüber geltend gemacht werden würden, wären noch einmal erheblich höhere Subventionen notwendig, um ihn vom Ausbau zu überzeugen. Ein Verzicht auf dergleichen Mitverlegungsansprüche würde also andersherum gesprochen den Subventionsbedarf erheblich reduzieren.

4.5.2.4 Kooperationen des Incumbents ermöglichen?

Kooperationen unter Beteiligung von marktmächtigen Unternehmen – in Frage kommen hier heute beziehungsweise mittelfristig der VDSL- und der Kabelnetzbetreiber – unterliegen einer strengen Fusionskontrolle durch die Kartellbehörden. Dafür gibt es gute Gründe, denn eine solche Kooperation könnte durchaus dazu führen, dass die Wettbewerbsintensität abnimmt. Gleichzeitig könnte aber gerade die erhoffte Verringerung der Wettbewerbsintensität dazu führen, dass der potenzielle Glasfasernetzbetreiber überhaupt erst zu einem wirtschaftlichen Glasfasernetzausbau kommt.

Hier ist der Aufteilung des Kooperationsgewinns Aufmerksamkeit zu widmen: Sichert sich der Incumbent zuverlässig den größten Teil des Kooperationsgewinns, wird die Wirtschaftlichkeit eines Glasfaserausbaus nur begrenzt verbessert. Solche Kooperationen führen nicht zu zusätzlichem Ausbau und sind folglich aus regulatorischer Perspektive kritisch zu sehen. Erst, wenn größere Teile des Kooperationsgewinns dem New Entrant zufließen, ist davon auszugehen, dass die Wirtschaftlichkeit dieser Unternehmen systematisch verbessert wird und es zu zusätzlichem Glasfaserausbau kommt. Dies widerspräche zwar grundsätzlich den Interessen der Incumbents, gegebenenfalls führen aber Ausbausynergien dazu, dass es sich trotzdem für ihn lohnen würde. Die regulatorische und kartellrechtliche Begünstigung solcher Kooperationen würde dann ebenfalls wieder den Subventionsbedarf reduzieren.

4.5.2.5 Ausbauverhinderungsstrategien unterbinden?

Sowohl VDSL- als auch Kabelnetzbetreiber könnten versuchen, wie in den Unterabschnitten 4.2.5 und 4.4.5 gezeigt, durch Abschreckungsmaßnahmen den Glasfasernetzausbau von Dritten entweder zu verhindern oder zumindest zu verzögern. Schon die Erwartung, dass es zu solchen Abschreckungsmaßnahmen kommt, wird sich erheblich auf die Bereitschaft von New Entrants auswirken, überhaupt Glasfasernetze zu errichten. Daher ist es regulatorisch erstrebenswert, erkennbare Ansätze in dieser Richtung zuverlässig zu unterbinden.

Hierfür gibt es unterschiedliche Ansätze: (i) Mit einer Dumping-Kontrolle wird schon heute überprüft, ob der VDSL-Netzbetreiber Entgelte unterhalb seiner eigenen Kosten veranschlagt. (ii) Beschränkungen bei der Möglichkeit, regionalisierte Preise anzuwenden, könnten ebenfalls Abschreckungsstrategien erheblich erschweren.

Heute, im Jahr 2021, spielt die Dumping-Kontrolle faktisch keine große Rolle. Die Regulierung ist schwerpunktmäßig darauf ausgerichtet, dass die regulierten Unternehmen keine zu hohen Preise aufrufen – nicht darauf, dass sie zu niedrige aufrufen könnten.[239] Im Fall von Abschreckungsstrategien auf bestehenden Netzen geht es aber gerade darum: Niedrige Preise werden aufgerufen, um den Ausbau eines Dritten abzuschrecken. Eine entsprechend starke Dumping-Kontrolle, die nicht mehr (nur) Preisobergrenzen, sondern (auch) Untergrenzen sieht, könnte dem vorbeugen.

Einen noch stärkeren Effekt könnte es haben, wenn die bestehenden Netzbetreiber zu bundesweit einheitlichen Preisen verpflichtet würden. Ihre Abschreckungsstrategie auf Basis der bestehenden Netze ist – wenn überhaupt – deswegen bei unvollständiger Information denkbar, weil sie nur regional begrenzt Kosten verursacht. Würden die bestehenden Netzbetreiber bundesweit einheitliche Preise anwenden müssen, würden die Kosten exorbitant werden – statt in einem begrenzten Gebiet von vielleicht wenigen hunderttausend Haushalten, wäre sie von vorneherein bei allen Haushalten bundesweit anzuwenden, was die Kosten für diese Strategie explodieren lassen würde. Dies würde einer Abschreckungsstrategie wirksam einen Riegel vorschieben.

Für beide Varianten gilt, dass sie für eine Wirksamkeit gleichermaßen VDSL- wie Kabelnetzbetreiber treffen müssten – und nicht nur wie in der heutigen Regulierung den VDSL-Netzbetreiber. Von beiden geht für den Glasfasernetzausbau von New Entrants gleichermaßen ein Risiko aus.

Auch bezüglich Strategien des VDSL- oder Kabelnetzbetreibers, die dafür sorgen, dass die Kosten eines New Entrants gesteigert werden, ist Aufmerksamkeit geboten: Hier ist

[239] Vgl. Haucap et al. (2021).

insbesondere der Möglichkeit des Kabelnetzbetreibers, den Zugang zu Wohnungswirtschaften zu erschweren – und damit den Ausbau der notwendigen Im-Gebäude-Verkabelungen für ein Glasfasernetz – kritisch Beachtung zu schenken.

4.5.2.6 Migrationsgeschwindigkeit erhöhen

Die Geschwindigkeit, mit der nach Ausbau die Migration von Endkunden auf das neue Glasfasernetz erfolgt, ist für den Ausbauenden – wie in Unterabschnitt 4.3.2.1 gezeigt – erfolgskritisch. Auch wenn sich wesentliche Faktoren für diese dem politischen Einfluss entziehen, gibt es mindestens einen Stellhebel, der heute schon von gesetzlichen Regelungen erfasst wird: So werden den Telekommunikationsanbietern verbraucherschutzrechtliche Vorgaben zu den Vertragslaufzeiten gemacht, die mit Endkunden vereinbart werden dürfen. Soll die Migration beschleunigt werden, kann hier angesetzt werden: Mit kürzeren Mindestvertragslaufzeiten, aber vor allem auch mit der Absicherung einfacher und – nach der Mindestvertragslaufzeit – jederzeit möglicher Kündigungen beim bisherigen Anbieter durch die Endkunden könnte die Migrationsgeschwindigkeit zumindest etwas beschleunigt werden. An dieser Stelle setzt der Gesetzgeber derzeit, im Jahr 2021, bereits an, auch wenn das führende Motiv dabei nicht die Förderung eines Glasfasernetzausbaus, sondern ein noch weiter verbesserter Verbraucherschutz ist.[240]

4.5.3 Zusammenfassung und Bewertung

Die öffentliche Hand hat zweifellos die Möglichkeit, durch entsprechende Subventionen einen Glasfaserausbau herbeizuführen. Allerdings können die Kosten hierfür, die über Steuern oder andere Abgaben erhoben werden müssen, erhebliche Ausmaße annehmen.

Das Ausmaß an Subventionen, das für einen flächendeckenden Ausbau nötig ist, kann jedoch auf unterschiedliche Weise reduziert werden: Wird der Regulierungsdruck auf die bestehenden Netze reduziert, können davon im Wesentlichen auch die potenziellen Betreiber von Glasfasernetzen profitieren und entsprechend würde sich das notwendige Volumen an Subventionen reduzieren:

(1) Die Reduktion des Regulierungsdrucks auf VDSL kann dazu führen, dass auch Glasfasernetzbetreiber höhere Gewinne erzielen. Soll ein Glasfaserausbau herbeigeführt werden, erscheint es daher naheliegend, den Regulierungsdruck auf VDSL zu reduzieren, wobei unterschiedliche Intensitätsstufen dieser Reduktion vorstellbar sind.
(2) Politik und Regulierung sind in der Lage, weitere marktliche Risiken für Glasfaserausbauende zu reduzieren oder sogar zu beseitigen: Durch eine konsequente Aufsicht

[240] Vgl. Kiparski (2020).

gegen „Raising your rivals' costs"- und Abschreckungsstrategien können sie ein essenzielles Risiko für die New Entrants weitgehend begrenzen.

(3) Mit der Begrenzung von Mitverlegungsansprüchen und ähnlichem können Politik und Regulierung eine selbstgeschaffene Verschlechterung der Wirtschaftlichkeitsperspektive für potenzielle Glasfasernetzbetreiber beseitigen.

(4) Weitere Maßnahmen wie strengere Regeln zu Vertragslaufzeiten und das Zulassen von Kooperationen der Incumbents können ebenfalls einen Beitrag leisten.

Diese Maßnahmen führen im Ergebnis dazu, dass mit weniger Subventionen ein gleich starker Glasfaserausbau erreicht werden kann. Oder anders gesprochen: Bei gleichem Subventionsvolumen kann ein umfangreicherer Glasfaserausbau herbeigeführt werden.

Dass mit den beschriebenen Maßnahmen weniger Subventionen eingesetzt werden müssen, heißt gleichwohl nicht, dass diese sozusagen kostenlos wären. Gerade, wenn es um Regulierungserleichterungen geht, verlagert sich schlicht die Kostenträgerschaft: Weg vom abstrakten Steuerzahler, dessen Steuern nun nicht mehr ganz so hoch ausfallen müssen, hin zu den Endkunden des Telekommunikationsmarktes, die mindestens zwischenzeitlich höheren Preisen begegnen würden. Gleichwohl kann dies Sinn machen. Es kann sogar – diese Gruppe profitiert ja auch vornehmlich von einem Glasfasernetzausbau – als gerechter empfunden werden.

4.6 Zusammenfassung: Perspektiven für einen Glasfaserausbau in Deutschland

In den vorhergehenden Abschnitten sind die unterschiedlichen Perspektiven auf einen Glasfasernetzausbau in Deutschland dargestellt worden. In diesem Abschnitt sollen nun die unterschiedlichen Perspektiven zusammengeführt und daraus Schlussfolgerungen gezogen werden, wie sich ein Glasfasernetzausbau in Deutschland entwickeln könnte.

Die kritische Rolle für den Erfolg des Glasfaserausbaus in Deutschland kommt offensichtlich den New Entrants auf den Infrastrukturmarkt zu und hier präziser: weniger den etablierten Wettbewerbern, sondern stärker denjenigen Unternehmen, die völlig neu in den Telekommunikationsmarkt einsteigen.

Erst, wenn es zu einem realen oder potenziellen Markteinstieg unterschiedlicher Akteure kommt, wird eine weitere mehrschichtige Dynamik ausgelöst:

(1) Vor allem der VDSL-Netzbetreiber gerät unter Druck, den potenziell ausbauenden New Entrants zuvorzukommen. Er hat auf einmal starke Anreize, selbst Glasfasernetze auszubauen. Gleichzeitig steigt auch der Druck auf ihn, Kooperationen

einzugehen, die ebenfalls eine Ausbaudynamik beschleunigen könnten. Daher ist zu erwarten, dass gerade der VDSL-Netzbetreiber in erheblichem Umfang Glasfasernetze errichten wird. Dieser Druck trifft auch den Kabelnetzbetreiber, allerdings erheblich schwächer.

(2) Vom Ausbau der New Entrants profitieren auch die etablierten Wettbewerber, die teilweise erstmals unter unterschiedlichen Vorleistungslieferanten wählen und dabei ihre Nachfragemacht ausspielen können, womit sie womöglich gleichzeitig aber auch dem New Entrant eine schnellere Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

(3) Bleibt eine initiale Zündung durch New Entrants aus, haben weder der VDSL-Netzbetreiber noch der Kabelnetzbetreiber ausreichend wirtschaftlichen Druck, mit einem größeren Glasfasernetzausbau aufzuwarten.

Es ist daher essenziell, wenn ein Glasfaserausbau ermöglicht werden soll, die Perspektive der New Entrants ins Auge zu fassen:

(4) Die New Entrants setzen sich mit ihrer Investition erheblichen wirtschaftlichen Risiken aus. Soweit diese Risiken von den bestehenden Netzbetreibern über Abschreckungs- oder „Raising your rivals‘ costs“-Strategien ausgehen, wofür insbesondere der Kabelnetzbetreiber unterschiedliche Möglichkeiten hat, ist ein wirkmächtiges regulatorisches und gesetzliches Gegensteuern notwendig.

(5) Die wirtschaftliche Perspektive der New Entrants kann nicht nur dadurch verbessert werden, dass diese mit Subventionen ausgestattet werden. Eine weitere Möglichkeit ist, in einem kalkulierbaren Rahmen den Regulierungsdruck auf den VDSL-Netzbetreiber zu reduzieren. Dieser profitiert zwar im ersten Schritt von einer solchen Erleichterung, sieht sich dann aber – aufgrund der positiven Wirkung für die New Entrants – größeren Ausbauaktivitäten Dritter gegenüber und wird womöglich – siehe (1) – mit einem umfangreicheren eigenen Ausbau dagegenhalten müssen. So würde die Glasfaserausbaudynamik weiter befeuert werden. Auch weitere politische und regulatorische Maßnahmen können hier eine unterstützende Wirkung entfalten.

5 Weitere Empirie: Internationaler Vergleich

5.1 Zu diesem Kapitel

Der Fortschritt des Glasfaserausbaus in Europa gestaltet sich sehr unterschiedlich. Es gibt Länder wie Dänemark, in denen fast zwei Drittel aller Haushalte bereits mit einem Glasfasernetz erschlossen sind. In anderen Ländern wie Belgien oder dem Vereinigten Königreich trifft dies nur auf wenige Haushalte zu.

Der Erfolg des Glasfaserausbaus hängt dabei von vielen Faktoren ab: Ausbaukosten, staatliche Subventionen und Regulierung seien hier insbesondere genannt. Aber auch die Existenz konkurrierender Infrastrukturen dürfte – sofern die theoretischen Betrachtungen in Kapitel 3 und 4 richtig sind – eine erhebliche Rolle spielen. Dies soll in diesem Kapitel überprüft werden, indem der Glasfaserausbau in unterschiedlichen europäischen Ländern systematisch betrachtet wird. Dabei liegt der Schwerpunkt auf den westeuropäischen und skandinavischen Ländern, da diese am ehesten wirtschaftlich und politisch mit Deutschland vergleichbar sind.

5.2 Vergleichende Daten

Auch bei Betrachtung der unterschiedlichen Länder Westeuropas und Skandinavien gibt es drei potenzielle Infrastrukturen für hochbandbreitige Telekommunikationsdienste: Ein durch VDSL-Ausbau ertüchtigtes Kupfernetz, ein vormals ausschließlich zur Verbreitung von Fernsehsignalen ausgebautes Kabelnetz und ein Glasfasernetz, das entweder bis ins Gebäude (FTTB) oder weiter bis in jede Wohnung (FTTH) reicht. Der Anteil der Haushalte, die mit der jeweiligen Infrastruktur erschlossen sind, die sogenannte Coverage, ist je nach Land sehr unterschiedlich:[241]

[241] Vgl. Europäische Kommission (2020).

Tabelle 53: **Mit Glasfaser, VDSL und Kabel erschlossene Haushalte in Westeuropa und Skandinavien**				
Land	Haushalte	Coverage mit Glasfaser	Coverage mit VDSL	Coverage mit Kabel
Belgien	4.914.168	1,4%	94,4%	96,0%
Dänemark	2.738.393	64,4%	60,2%	68,4%
Deutschland	40.743.888	8,5%	76,9%	64,1%
Finnland	2.694.537	37,5%	48,5%	34,1%
Frankreich	30.333.430	37,8%	19,6%	28,6%
Irland	1.758.926	12,9%	91,0%	48,7%
Italien	25.293.216	23,9%	87,9%	0,0%
Niederlande	7.662.695	35,1%	78,2%	95,1%
Norwegen	2.409.221	58,7%	59,8%	49,0%
Österreich	3.935.534	13,0%	85,4%	53,8%
Portugal	4.063.305	70,2%	0,0%	56,3%
Schweden	4.786.069	72,2%	22,3%	37,5%
Schweiz	3.739.788	30,3%	90,0%	84,3%
Spanien	17.971.080	77,4%	11,8%	48,9%
Vereinigtes Königreich	31.177.971	3,8%	89,7%	50,1%
Summe	184.222.221	27,8%	61,9%	46,3%

Führend im Glasfaserausbau unter den aufgeführten Ländern sind Spanien, Schweden und Portugal: In Spanien sind 77,4 Prozent der Haushalte an das Glasfasernetz angeschlossen, in Schweden 72,2 Prozent und in Portugal 70,2 Prozent. Andere Nationen liegen verglichen damit deutlich zurück: In Belgien sind es nur 1,4 Prozent der Haushalte, im Vereinigten Königreich 3,8 Prozent, die mit Glasfaser erschlossen sind. Über all diese Länder summiert betrachtet sind 27,8 Prozent der Haushalte mit Glasfaser erschlossen.

Auch, was die die beiden anderen Technologien angeht, ist das Bild ähnlich differenziert: Während in Belgien 94,4 Prozent der Haushalte mit VDSL erschlossen sind, liegt der Wert in Portugal bei null Prozent. Während in Italien kein Kabelnetz existiert, sind in den Niederlanden 95,1 Prozent der Haushalte damit erschlossen.

Auch die Geschwindigkeit, was den Ausbau von Glasfasernetzen angeht, ist in den aufgeführten Ländern sehr unterschiedlich:[242]

[242] Eigene Berechnung auf Basis der Daten von Europäische Kommission (2020).

Tabelle 54: **Glasfaserausbau in Westeuropa und Skandinavien in den Jahre 2016, 2017 und 2018**				
Land	Coverage mit Glasfaser Ende 2018	Steigerung in 2018	Steigerung in 2017	Steigerung in 2016
Belgien	1,4%	0,6%p	0,2%p	0,2%p
Dänemark	64,4%	1,7%p	4,9%p	0,8%p
Deutschland	8,5%	1,2%p	0,2%p	0,5%p
Finnland	37,5%	0,0%p	0,1%p	0,0%p
Frankreich	37,8%	9,5%p	7,5%p	5,3%p
Irland	12,9%	4,6%p	2,8%p	0,9%p
Italien	23,9%	2,1%p	2,9%p	2,4%p
Niederlande	35,1%	3,2%p	0,7%p	1,5%p
Norwegen	58,7%	6,8%p	6,1%p	5,2%p
Österreich	13,0%	0,6%p	5,7%p	0,0%p
Portugal	70,2%	6,5%p	3,3%p	10,7%p
Schweden	72,2%	5,9%p	5,6%p	4,4%p
Schweiz	30,3%	0,8%p	0,9%p	0,0%p
Spanien	77,4%	6,0%p	8,6%p	10,0%p
Vereinigtes Königreich	3,8%	0,9%p	0,5%p	0,3%p

Während es in Deutschland, Finnland und Belgien fast keinen zusätzlichen Glasfaserausbau in den Jahren 2016 bis 2018 gegeben hat, sind in Portugal, Spanien und Frankreich zweistellige Prozentanteile der Haushalte zusätzlich erschlossen worden.

5.3 Statistische Analyse

5.3.1 Korrelation von Ausbau und existenten Infrastrukturen

Gäbe es einen Zusammenhang zwischen dem Ausbau von Glasfasernetzen und der Existenz konkurrierender Infrastrukturen, müsste sich dieser auch in einer Korrelation zwischen den entsprechenden Datenreihen zeigen. Die zu testende Hypothese lautet folglich: „Es gibt eine negative Korrelation zwischen der Coverage mit VDSL und Kabel und der Coverage mit Glasfaser beziehungsweise dem Glasfaserausbau."

Zuerst soll der Zusammenhang mit der Coverage mit Glasfaser untersucht werden: Die Korrelation zwischen der Coverage mit Glasfaser aus Tabelle 53 und der addierten Coverage von Kabel und VDSL aus ebendieser Tabelle liegt bei -0,66. Die entsprechende t-Statistik ist -3,18, womit sich ein p-Wert von 0,007 ergibt. Damit besteht – trotz der geringen Anzahl an Datenpunkten – ein statistisch signifikanter Zusammenhang. Die in Kapitel 3 theoretisch hergeleiteten Zusammenhänge gelten also in Westeuropa und Skandinavien auch empirisch:

Wo heute schon an vielen Stellen parallele Infrastrukturen existieren, kommt der Glasfaserausbau bisher nur langsam vorwärts. Ähnlich signifikant ist die Korrelation zwischen addierter Coverage von Kabel und VDSL mit dem Ausbau in den Jahren 2016, 2017 und 2018, wobei * einen statistisch signifikanten Wert kennzeichnen soll:

Tabelle 55: **Korrelation von Glasfaser-Coverage und Glasfaserausbau mit Coverage mit Kabel und VDSL**

Datenvergleich	Korrelation	t-Statistik	p-Wert
Korrelation von Coverage mit Glasfaser mit addierter Coverage von VDSL und Kabel	-0,66	-3,18	0,007*
Korrelation von Glasfaserausbau 2018 mit addierter Coverage von VDSL und Kabel	-0,67	-3,24	0,007*
Korrelation von Glasfaserausbau 2017 mit addierter Coverage von VDSL und Kabel	-0,63	-2,95	0,011*
Korrelation von Glasfaserausbau 2016 mit addierter Coverage von VDSL und Kabel	-0,73	-3,85	0,002*

Es besteht also auch hier ein signifikanter Zusammenhang: Wo VDSL- und Kabelnetz bereits flächendeckend existieren, ist der Glasfaserausbau in den drei betrachteten Jahren erheblich weniger umfangreich.[243] [244]

5.3.2 Lineare Regression

Eine Einschränkung muss gemacht werden. Die Existenz eines Kabelnetzes hatte historisch diffuse Auswirkungen auf die Ausbauaktivitäten: Zum einen kann sie, wie in Abschnitt 3.5 gezeigt, den Markteinstieg eines New Entrants mit einem Glasfasernetz erheblich erschweren, da schon eine weitere konkurrierende Infrastruktur existiert. Sie hat aber auch historisch dazu geführt, dass der Incumbent gezwungen war, sein DSL-Netz zu ertüchtigen. Der Incumbent konnte in diesem Fall sein Netz entweder mit VDSL ertüchtigen oder unmittelbar ein Glasfasernetz ausbauen.[245] In diesem historischen Fall würde die Existenz eines

[243] Wird statt mit den relativen Werten mit den Rängen der entsprechenden Werte gerechnet, um den Effekt von Ausreißern abzumildern, ergibt sich das gleiche Bild: Der Spearman-Korrelationskoeffizient zwischen Coverage mit Glasfaser und addierter Coverage von VDSL und Kabel liegt bei -0,74, der zwischen dem Glasfaserausbau 2018 und der addierten Coverage bei -0,61, der zwischen dem Glasfaserausbau 2017 und addierter Coverage bei -0,61 und der zwischen dem Glasfaserausbau 2016 und addierter Coverage bei -0,70.

[244] Dieses Ergebnis mag als im Widerspruch zu den Erkenntnissen von Calzada et al. (2018) erscheinen, die zeigen, dass in Spanien dort vorrangig Glasfasernetze vom Incumbent errichtet werden, wo es bereits ein Kabelnetz gibt. Dies könnte aber durchaus auch daran liegen, dass die jeweiligen Regionen im Sinne von Abschnitt 3.5 mehr als eine Infrastruktur wirtschaftlich tragen können und mit dem Glasfasernetz eben eine zweite neben die erste, das Kabelnetz, tritt, während statistisch relevanter in diesem Abschnitt die Tragfähigkeit einer weiteren, meistens der dritten Infrastruktur, erst über die Zeit – wenn überhaupt – gegeben ist.

[245] Vgl. Rokkas/Kastsianis/Varoutas (2010).

Kabelnetzes den Glasfaserausbau – den des Incumbents – begünstigen.[246] Die vorliegenden Daten lassen allerdings vermuten, dass dieser Schritt im Zeitverlauf schwächer geworden ist und mittlerweile weitgehend abgeschlossen ist:[247] Die kombinierte Coverage von Glasfasernetzen und VDSL liegt in allen Ländern mindestens auf dem Niveau des Kabelnetzes, teilweise deutlich darüber. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Steigerung der Coverage ab 2016 nicht primär auf diesen Effekt zurückgeht, es sich also um konkurrierenden Glasfasernetzausbau beziehungsweise durch diesen getriebenen Glasfasernetzausbau der Incumbents handelt.

Um dies zu überprüfen, soll eine lineare Regression genutzt werden. Abhängige Variable ist der Glasfaserausbau des Jahres 2017. Unabhängige Variablen sind die Coverages mit Kabel und VDSL:[248]

Tabelle 56: **Regression über Glasfasernetzausbau in 2017 mit VDSL- und Kabel-Coverage als unabhängige Variablen**

	Koeffizienten	Standardfehler	t-Statistik	p-Wert
Konstante	0,08	0,02	4,48	0,00*
VDSL-Coverage	-0,05	0,02	-2,31	0,04*
Kabel-Coverage	-0,03	0,03	-1,02	0,33

Regressionsstatistik	
Multipler Korrelationskoeffizient	0,64
Bestimmtheitsmaß	0,42
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0,32
Beobachtungen	15

Sowohl die VDSL- als auch die Kabel-Coverage wirken sich folglich negativ auf den Umfang des Glasfasernetzausbaus aus. Allerdings ist nur die VDSL-Coverage mit p=0,04 auch signifikant, während bei der Kabel-Coverage der p-Wert, vermutlich auch wegen der wenigen Datenpunkte, kein signifikantes Niveau erreicht.

Auch in den westeuropäischen und skandinavischen Ländern bestätigt die statistische Analyse folglich, was in Kapitel 3 theoretisch und in Kapitel 4 konkreter für Deutschland hergeleitet wurde: Die Existenz konkurrierender Netzinfrastrukturen wirkt sich erheblich negativ auf den Glasfasernetzausbau aus.

[246] Vgl. Briglauer/Ecker/Gugler (2013).
[247] Vgl. auch Queder (2020), der zeigt, dass in der jüngeren Vergangenheit die Existenz von Kabelinfrastruktur die Geschwindigkeit eines Ausbaus von kombiniert VDSL und FTTH eher verlangsamt.
[248] Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn statt mit dem Glasfaserausbau in 2017 eine Regression mit dem Glasfaserausbau in 2016 oder in 2018 durchgeführt wird: Auch bei diesen Regressionen ist der Zusammenhang zur VDSL-Coverage jeweils signifikant und negativ und der zur Kabel-Coverage nicht signifikant. Das adjustierte Bestimmtheitsmaß liegt bei 0,68 und 0,44.

5.4 Länderanalysen

5.4.1 Grundlagen des Ländervergleichs

Nachfolgend soll das, was sich bereits in der Statistik zeigt, noch einmal – sozusagen anekdotisch – in kurzen Einzelfallbeschreibungen bestätigt werden. Dazu soll die Entwicklung in unterschiedlichen Ländern herangezogen werden und der dortige Zustand des Glasfaserausbaus und dessen Historie dort erläutert werden.

Drei Länder sollen dabei im Fokus stehen: (i) Belgien als das Land, in dem Kabel- und VDSL-Netze die größten Coverages haben; (ii) das Vereinigte Königreich, weil sich dort, nachdem lange auf VDSL gesetzt wurde, derzeit eine nachdrücklichere Entwicklung in Richtung Glasfasernetzausbau andeutet; (iii) außerdem Portugal, als ein Land, das auch aufgrund eines fehlenden VDSL-Netzes deutlich besser mit dem Glasfasernetzausbau vorankommt.

5.4.2 Belgien

In keinem anderen europäischen Land sind sowohl das Kabelnetz aus auch das VDSL-Netz mit so großer Flächendeckung präsent wie in Belgien. Die Coverage mit Kabel liegt bei 96,0 Prozent, die mit VDSL bei 94,4 Prozent. Damit ist der Wettbewerbsdruck, der von den bestehenden Infrastrukturen auf ein potenzielles Glasfasernetz ausgeübt werden würde, noch einmal stärker als in Deutschland. Das wenig überraschende Ergebnis: Der Glasfasernetzausbau ist noch einmal weniger umfangreich als in Deutschland. Nur 1,4 Prozent der Haushalte sind mit Glasfaser erschlossen.

Schon früh wurde ein Glasfasernetzausbau in Belgien aufgrund der Marktstruktur für unrealistisch gehalten.[249] So gibt es historisch starke Kabelnetzbetreiber, die früh ihre Netze rückkanalfähig gemacht haben und seither Telekommunikationsdienste anbieten. Der DSL-Netzbetreiber hatte darauf mit einer flächendeckenden Ertüchtigung seines Netzes mit VDSL reagiert.

Gleichwohl gibt es auch in Belgien derzeit eine politisch befeuerte Diskussion darüber, wie es zu einem Glasfasernetzausbau kommen könnte. Die Bedingungen sind dabei denkbar ungünstig: Dadurch, dass beide bestehenden Netze eine annähernd vollständige Coverage erreichen, ist die Wirtschaftlichkeit eines Dritten sowieso schon kritisch. Darüber hinaus gibt es auf dem belgischen Markt fast keine Differenzierung zwischen InfCo-, NetCo- und ServCo-Ebene. Die InfCos bedienen – das Kabelnetz ist in unterschiedliche regionale Gesellschaften aufgeteilt – jeweils die eigene ServCo und nur in sehr begrenztem Umfang

[249] Vgl. Lannoo et al. (2006).

weitere nicht-verbundene ServCos. Ein Wholesale-Geschäft hat sich folglich nicht wirkmächtig etabliert. Das macht den Marktzutritt für einen New Entrant noch schwieriger, muss er sich in diesem Umfeld jeden einzelnen Endkunden sozusagen erkämpfen. Er kann nicht über Partnerschaften mit etablierten ServCos bereits einen erheblichen Teil der Endkundennachfrage absichern.

Hinzu kommt, dass in Belgien die erwartete Nachfrage nach hohen Bandbreiten signifikant schwächer ausfällt als in anderen Ländern, weil Gruppen, von denen eine höhere Nachfrage nach diesen ausgeht, in Belgien deutlich weniger stark präsent sind.[250]

Dies alles lässt einen Glasfaserausbau nur bei erheblicher Subventionierung realistisch erscheinen: Der starke Infrastrukturwettbewerb, die geringe Chance mit höheren Bandbreiten zusätzliche Wettbewerbsvorteile zu generieren und die ungünstige Marktstruktur führen im Modell aus Kapitel 3 zu der Prognose, dass ein Glasfasernetzausbau nicht einfach wird. Dies deckt sich mit dem empirischen Ergebnis, dass wirklich nur eine geringe Coverage mit Glasfasernetzen existiert.

5.4.3 Vereinigtes Königreich

Auch im Vereinigten Königreich von Großbritannien und Nordirland gibt es ein ehemaliges, heute privatisiertes Staatsunternehmen, das Eigentümer des Telefonnetzes ist: Die British Telecom, die ihr Infrastrukturgeschäft in ihre Tochter Open Reach ausgegliedert hat.[251] Historisch hat sich durch diese Trennung des Infrastrukturgeschäfts von der ServCo der British Telecom, die sogenannte strukturelle Separierung, früh ein intensiver Wettbewerb auf der ServCo-Ebene eingestellt, mit dem Ergebnis, dass der Marktanteil der ServCo der British Telecom zeitweise auf rund ein Viertel der Endkunden gefallen ist.[252]

Die Geschichte zum Glasfasernetzausbau im Vereinigten Königreich ähnelt allerdings der in Deutschland: Schon vor rund 10 Jahren hatte die British Telecom einen Glasfasernetzausbau mit einem Umfang von mehreren Millionen Haushalten angekündigt. Bis 2015 war allerdings nur eine niedrige sechsstellige Zahl von Haushalten wirklich angebunden. Stattdessen hatten sich die Ausbauaktivitäten des Incumbents auf einen Ausbau mit VDSL verschoben. Mit seinem VDSL-Netz erreicht British Telecom mittlerweile fast 90 Prozent der Haushalte.[253]

Erstmals ernsthaft diskutiert wurde ein Glasfasernetzausbau des Incumbents im Jahr 2019. Davor hat dieser – womöglich auch aufgrund der strukturellen Separierung – keine Rolle

[250] Vgl. Martins/Wernick (2021).
[251] Vgl. Cadman (2019).
[252] Vgl. Nardotto (2016).
[253] Vgl. Europäische Kommission (2020).

gespielt.[254] Getrieben wird die Diskussion seit 2019 aus zwei Gründen: (i) Zum einen einem steigenden Druck seitens der Politik, der in einer Verhandlung über eine Ausbauvereinbarung zwischen der Regierung und British Telecom seinen Ausdruck fand. (ii) Zum anderen geriet British Telecom unter zusätzlichen Druck durch den Glasfasernetzausbau von Dritten. Diese hatten einen Ausbau von rund 16 Millionen Haushalten angekündigt, verteilt über unterschiedliche Unternehmen: Der lokale Kabelnetzbetreiber Virgin Media ist dazu übergegangen, seine Coverage – außerhalb seines Kabelgebiets – mit einem Glasfasernetz zu erweitern. Daneben treten weitere New Entrants auf: Hyperoptic als Tochter von Sky peilt an, fünf Millionen Haushalte mit einem Glasfasernetz zu erschließen, von denen heute, im Jahr 2020, schon rund eine halbe Million angebunden sind. Weitere große New Entrants sind Cityfibre mit der Vodafone im Hintergrund, TalkTalk und Gigaclear. Daneben treten weitere kleinere Unternehmen und regionale Initiativen auf.[255] Die Ausbaukosten sind im Vereinigten Königreich allerdings auch vergleichsweise niedrig, da historisch bedingt eine gute Leerrohrinfrastruktur besteht, auf die kostengünstig zugegriffen werden kann.

Im Vereinigten Königreich bestätigt sich folglich, was in Unterabschnitt 4.2.3 auch für Deutschland hergeleitet wurde: Erst mit dem Auftreten Dritter und der Gefahr eines Glasfaserausbaus durch diese kommt der Incumbent dazu, selbst einen umfangreichen Glasfasernetzausbau einzuleiten.

5.4.4 Portugal

Die Entwicklung in Portugal ist in vielerlei Hinsicht ein Kontrastfall zu der Entwicklung in Deutschland, aber auch zu der in Belgien und der im Vereinigten Königreich: Hier hat der Incumbent, Portugal Telecom, heute Altice Portugal, einen anderen Weg gewählt als die anderen Incumbents: Statt eines VDSL-Ausbaus ist er schon 2008 unmittelbar in einen Glasfasernetzausbau eingestiegen. Daher existiert bis heute in Portugal überhaupt kein VDSL-Netz.

Zwei Besonderheiten zeichnen den portugiesischen Telekommunikationsmarkt aus: Zum einen ein besonders starker Kabelnetzbetreiber. Dieser wurde 2006 unabhängig und konnte binnen kurzer Zeit einen signifikanten Marktanteil auf dem Telekommunikationsmarkt erobern.[256] Gleichzeitig kann der Kabelnetzbetreiber mit 76,5 Prozent der Haushalte auf eine im europäischen Vergleich umfangreiche Coverage zurückgreifen, wobei er diese Coverage teilweise sogar durch einen eigenen Glasfasernetzausbau ergänzt: dort wo sein Kabelnetz einfach zu modernisieren war oder gar nicht existent, setzt er mittlerweile diese Technologie ein.[257]

[254] Vgl. Cadman (2019).
[255] Vgl. Gerli/Whalley (2018).
[256] Vgl. Ferreira (2017).
[257] Vgl. Godlovitch/Neumann (2017).

Die zweite Besonderheit betrifft die Ausbaukosten. Diese sind in Portugal aufgrund der flächendeckenden Existenz von Leerrohren und der geringen Lohnkosten vergleichsweise niedrig. Vor allem auch deswegen hat der Incumbent den steigenden Wettbewerbsdruck seitens des Kabelnetzbetreibers unmittelbar mit einem Glasfasernetz und nicht mit einem VDSL-Netz erwidert.[258]

Die niedrigen Ausbaukosten haben nicht nur Portugal Telecom, sondern auch weitere Wettbewerber dazu gebracht, Glasfasernetze zu errichten. Neben der Vodafone hat auch Sonaecom 2008 begonnen, Glasfasernetze auszurollen. Dies wurde durch das portugiesische Regulierungsregime weiter begünstigt: Allen Unternehmen ist die Pflicht auferlegt, vorhandene Leerrohrinfrastrukturen für Wettbewerber zu öffnen, so dass diese noch günstiger ausbauen können.[259] Teilweise existieren daher in Portugal mehrere parallele Glasfasernetze – die niedrigen Ausbaukosten ermöglichen es anscheinend, dass entsprechend Abschnitt 3.5 mehrere Glasfaserinfrastrukturen vom Markt wirtschaftlich getragen werden. Teilweise bauen die weiteren Wettbewerber aber auch da aus, wo der Incumbent und der Kabelnetzbetreiber gerade nicht aktiv geworden sind.[260]

In Portugal sind die Preise für Telekommunikationsdienste – auch verglichen mit anderen Ländern ähnlicher wirtschaftlicher Entwicklung – vergleichsweise niedrig.[261]

Diese Marktergebnisse in Portugal sind konsistent mit den theoretischen Erkenntnissen in Kapitel 3: Gibt es nur eine konkurrierende Infrastruktur, ist ein Markteinstieg mit einem weiteren Telekommunikationsnetz am ehesten möglich. Insbesondere dann, wenn die Ausbaukosten niedrig sind, bot sich dafür auch schon vor einigen Jahr ein Glasfasernetz an. Ebenso gilt: Wenn die Ausbaukosten niedrig sind – siehe dazu Unterabschnitt 3.5.2 – können auch noch weitere Netze – in diesem Fall weitere Glasfasernetze – getragen werden. Gleichwohl kommt es – wie es das Modell prognostiziert – in einem Markt mit einem so starken Infrastrukturwettbewerb zu vergleichsweise niedrigen Preisen.

Anders als theoretisch für Deutschland abgeleitet, hat in der ersten Ausbauwelle allerdings nicht der Glasfaserausbau von New Entrants den Incumbent dazu gebracht, selbst ein Glasfasernetz zu errichten. In Portugal war die Errichtung des Glasfasernetzes historisch primär die Reaktion auf den Wettbewerb durch den Kabelnetzbetreiber. Auf diese Herausforderung hat in Deutschland die Deutsche Telekom noch mit einem VDSL-Netz reagiert. Portugal Telecom hat hier – aufgrund der niedrigeren Ausbaukosten – direkt ein FTTH-Netz errichtet,

[258] Vgl. Godlovitch/Neumann (2017).
[259] Vgl. Godlovitch/Neumann (2017).
[260] Vgl. Beltrán et al. (2018).
[261] Vgl. Aravantinos et al. (2020).

weswegen die Entscheidungssituation dort, wo dieses Netz bereits existiert, grundsätzlich anders aussieht, als in Kapitel 4 für Deutschland skizziert. Ähnlich zu Deutschland sieht die Entscheidungssituation allerdings dort aus, wo Portugal Telecom nicht schon vor einigen Jahren ein Glasfasernetz errichtet hat – dort gerät sie analog zur deutschen Situation durch New Entrants unter Druck.

5.5 Zusammenfassung

Auch im europäischen Vergleich bestätigt sich, was in Kapitel 3 abstrakt und in Kapitel 4 konkreter für Deutschland hergeleitet wurde: Die Existenz bestehender Netzinfrastrukturen ist ein wesentlicher Faktor für das Volumen eines Glasfaserausbaus. Dies bestätigt sowohl die statistische Analyse, die einen signifikanten Zusammenhang zwischen den bestehenden Coverages mit Kabel und VDSL und dem Ausbau von Glasfasernetzen zeigt, als auch ein anekdotischer Ländervergleich. Im anekdotischen Ländervergleich zeigt sich darüber hinaus wieder die Dynamik, die in Kapitel 4 abgeleitet wurde: Der Glasfasernetzausbau startet vielfach mit den Aktivitäten von New Entrants, der wiederum Druck auf die Incumbents ausüben – oder eben nicht, womit dann auch der Glasfaserausbau der Incumbents ausbleibt.

6 Fazit

6.1 Erkenntnisse dieser Arbeit

Die Schwerpunkte der Erkenntnisse dieser Arbeit liegen in folgenden Feldern:

(1) Es wird gezeigt, dass es sich beim Telekommunikationsmarkt um einen Markt handelt, dessen Wettbewerb im Wesentlichen von zwei Faktoren bestimmt wird: Zum einen durch die technologischen Möglichkeiten der verwendeten Infrastrukturen, insbesondere, was die mögliche maximale Brandbreite je Endkunden angeht. Zum anderen handelt es sich beim Telekommunikationsmarkt um einen Markt mit Kapazitätswettbewerb. Die Entscheidungen der Unternehmen über die Kapazitäten zur Anbindung von Endkunden sind der zweite wesentliche Faktor des Wettbewerbs auf dem Telekommunikationsmarkt, der zusätzlich einige spezifische Eigenschaften für diesen Markt induziert.

(2) Infrastrukturwettbewerb – der intensive Wettbewerb, der sich aus dem Bestehen von mehreren parallelen Infrastrukturen ergibt – ist eine der wesentlichen Ursachen dafür, dass ein Glasfasernetzausbau nur langsam vorankommt. Dies zeigt sich in Deutschland, wo es mit dem VDSL- und dem Kabelnetz zwei konkurrierende Infrastrukturen gibt, aber auch bezogen auf andere Länder in Europa lässt sich dieses Ergebnis empirisch-statistisch bestätigen.

(3) Weitere spezifische Eigenschaften des Telekommunikationsmarktes – (i) die ausgeprägte Trägheit der Endkundenachfrage, (ii) die bestehenden historischen Kapazitäten und (iii) die Gefahr, dass es zu Kapazitätsschüben kommen kann, die mit einem negativen Preiseffekt verbunden sind – sind weitere Faktoren, die die wirtschaftliche Perspektive eines potenziellen Glasfasernetzausbauenden erheblich negativ beeinflussen.

(4) In Abhängigkeit von den jeweils regionalen Ausbaukosten ist der Markt – ohne Subventionen – nur in der Lage, eine begrenzte Anzahl an Anbietern wirtschaftlich zu tragen. In vielen Regionen könnte diese Tragfähigkeit schon mit den beiden bestehenden Infrastrukturen erschöpft sein.

(5) In der bestehenden Marktstruktur in Deutschland ist der Ausgangspunkt für einen Glasfasernetzausbau auf marktwirtschaftlicher Grundlage absehbar immer die Aktivität von New Entrants, also von neuen Akteuren im Infrastrukturwettbewerb. Gelangen diese aber erst einmal zu einer wirtschaftlichen Perspektive, so entstehen auch für die Betreiber der bestehenden Infrastrukturen Anreize, einen eigenen Glasfasernetzausbau voranzutreiben. Sie können dann statt als Verhinderer als Katalysator für den Glasfaserausbau wirken.

(6) Es werden unterschiedliche Sachverhalte aufgezeigt, die marktseitig die wirtschaftliche Perspektive eines Glasfaserausbaus entweder verbessern oder verschlechtern. Verbessernd wirkt insbesondere (i) eine stärkere Nachfrage nach hohen Bandbreiten. Verschlechternd wirken insbesondere (ii) die heutige Regulierung des (V)DSL-Netzbetreibers, (iii) historisch geschaffene Kapazitäten auf den bestehenden Infrastrukturen und (iv) die Gefahr für New Entrants, dass die Betreiber der bestehenden Infrastrukturen zu Verhinderungsstrategien greifen.

Es wird deutlich, dass es unterschiedliche Wege gibt, den prohibitiven Infrastrukturwettbewerb zumindest so weit abzumildern, dass ein flächendeckender Ausbau realistischer wird: Dies sind zum einen unterschiedliche Regulierungseingriffe:

(7) Es wird gezeigt, dass insbesondere Wachsamkeit von Politik und Regulierung verlangt ist, was die Gefahr von möglichen Abschreckungsstrategien der Betreiber von bestehenden Infrastrukturen oder ‚Raising your rivals' costs'-Strategien derselbigen angeht.
(8) Außerdem könnte ein intelligenter Verzicht auf die Regulierung des VDSL-Netzbetreibers sich günstig auf einen Ausbau auswirken. Gleiches gilt für die Einschränkung bestehender Mitverlegungsansprüche gegenüber dem Glasfasernetzausbauenden.
(9) Politik und Regulierungsbehörde können folglich, wenn sie das Ziel eines flächendeckenden Glasfaserausbaus verfolgen, wählen: Statt über steuerfinanzierte Subventionen können sie auch – stattdessen oder in Kombination – ein weniger wettbewerbsfokussiertes und stärker ausbauförderndes Regulierungsregime in Stellung bringen.

Auf der Unternehmensseite wird zum anderen gezeigt, dass Kooperationen zwischen Unternehmen, die glaubwürdig einen Glasfaserausbau durchführen werden, und heutigen Infrastrukturbetreibern zu für beide vorteilhaften Ergebnissen führen können. Für die etablierten Netzbetreiber wird zudem aufgezeigt, unter welchen Rahmenbedingungen sie einen Glasfasernetzausbau selbst vorantreiben sollten.

6.2 Ansätze für weitere Forschung

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen ergeben sich weitere interessante Forschungsfragen:

(1) Zum Verhalten von Incumbents gibt es eine breite Literatur.[262] Ergänzt um das Wissen, dass die unterschiedlichen Infrastrukturkonstellationen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, lassen sich einige Fragen womöglich präziser beantworten: Welchen Einfluss hat die Existenz eines ausgeprägten Wholesale-Geschäfts –

[262] Vgl. Briglauer et al. (2014).

gewöhnlich regulierungsinduziert – auf die Bereitschaft des Incumbents, Glasfasernetze auszubauen? Wie wirken regulatorisch gesetzte Preise empirisch auf diese Bereitschaft – jeweils separat gefragt für Gebiete mit und ohne konkurrierendem Kabelnetz?

(2) Ebenfalls eine breite Literatur gibt es zu öffentlicher Förderung und Subventionen[263] und der Analyse von deren Wirksamkeit. Wie stellt sich letztere dar, wenn die unterschiedlichen Intensitäten des Infrastrukturwettbewerbs bei der Betrachtung mitberücksichtigt werden?

(3) Die New Entrants kommen in der empirischen Forschung zum Telekommunikationsmarkt bisher nur am Rande vor. Diese Arbeit mag Anlass sein, diese – insbesondere im europäischen Vergleich – systematischer zu analysieren. Besonders interessant – und von erheblicher Bedeutung – könnte sein, welche Regulierung und welche politischen Maßnahmen im Vergleich besonders stark zum Markteintritt solcher New Entrants beitragen.

(4) Ebenfalls nicht in dieser Arbeit bearbeitet – aber eine Forschungslücke – ist die weitere Befassung mit weiteren konkreten Wettbewerbspolitiken, bei deren Bewertung das hier vorgestellte Modell womöglich dienlich sein könnte.

(5) Weiter von Interesse könnte sein, den hier beschriebenen Kapazitätswettbewerb und seine Folge beim sprunghaften Auftauchen neuer Kapazitäten auch empirisch zu untersuchen: Können die negativen – und vor allem temporären – Preiseffekte bei der Einführung von Docsis 3.1 oder beim Ausrollen neuer Glasfasernetze auch empirisch gezeigt werden?

6.3 Schlusswort

Wer die Dynamik auf einem bestimmten Markt verändern möchte, damit sich andere, als wünschenswert betrachtete Ergebnisse einstellen, tut gut daran, seinen Versuch damit zu beginnen, diesen Markt – unter Anwendung der wirtschaftswissenschaftlichen Theorie – ausführlich zu studieren. Dies gilt umso mehr für einen Markt, auf dem so viele Besonderheiten aufeinandertreffen wie im Falle des Telekommunikationsmarktes: Hier treffen subadditive Kostenfunktionen auf historisch für andere Zwecke errichtete Netze, die nun im Wettbewerb miteinander stehen und neben denen jetzt noch ein weiteres Netz errichtet werden soll. Diese Gemengelage wird zusätzlich verkompliziert durch eine ausgeprägte Trägheit der Endkundennachfrage und die gewaltigen Investitionssummen, die es für die Errichtung des neuen Glasfasernetzes zu stemmen gilt.

[263] Vgl. Klein (2020).

Diese Arbeit sollte einen Beitrag dazu leisten, den Telekommunikationsmarkt – unter Berücksichtigung all dieser Besonderheiten und unter Anwendung der wirtschaftswissenschaftlichen Theorie – besser zu verstehen, und so eine klügere Beeinflussung – oder Nutzung – der auf ihm existierenden Dynamiken ermöglichen. Dafür wurde herausgearbeitet, von welchen Faktoren der aktuelle Wettbewerb im Wesentlichen abhängt und welche Rollen Technologie und Kapazitätswettbewerb für das Marktergebnis spielen. Wie sich diese Marktergebnisse im sich verschärfenden Infrastrukturwettbewerb verändern, wurde ebenfalls herausgearbeitet. Für beides wurde ein mikroökonomisches Modell entwickelt, das sich sicherlich für weitere Fragestellungen nutzen lässt.

Die Hinweise für Regulierung beziehungsweise Politik und für die strategische Ausrichtung der beteiligten Unternehmen mögen grundlegend wirken und genauso sind sie auch gemeint: In ihnen steckt das Potenzial, eine wahrnehmbare Beschleunigung des Glasfaserausbaus in Deutschland anzustoßen. Die Dynamik in Deutschland geht schon heute, im Jahr 2021, eindeutig in Richtung des Ausbaus von Glasfasernetzen. Es geht bei den beschriebenen Maßnahmen im Kern darum, wie diese Dynamik noch besser befeuert werden kann – womöglich sogar mit deutlich weniger Subventionen.

Anhang

Sagemath-Formeln

Für die Berechnungen insbesondere in Kapitel 3 wurde die Software SageMath[264] verwendet. In diesem Anhang sollen die verwendeten Formeln festgehalten werden.

Das Basismodell ergibt sich dabei aus den folgenden Formeln:

```
var('a1 a2 a3 ya yb yc ks kl km xsa xsb xmb xsc xmc xlc ps dpm dpl ga gb gc
ds dm dl da')


eq1 = xsa==(a1-ya*ks-(xsb+xmb+xsc+xmc+xlc))/2

eq2 = xsb==(a1-yb*ks-(xsa+xsc+xmc+xlc))/2-(2-a2)/2*xmb

eq3 = xmb==(a1-yb*km-(1-a2)*(xsa+xsc))/(4-2*a2)-1/2*(xmc+xlc)-1/2*xsb

eq4 = xsc==(a1-yc*ks-(xsa+xsb+xmb))/2-(2-a2)/2*(xmc+xlc)

eq5 = xmc==(a1-yc*km-(1-a2)*(xsa+xsb))/(4-2*a2)-1/2*(xmb)-1/2*xsc-(4-2*a2-
a3)/(4-2*a2)*xlc

eq6 = xlc==(a1-yc*kl-(1-a2)*(xsa+xsb)-(2-a2-a3)*(xmb))/(2*(3-a2-a3))-(2-
a2)/(2*(3-a2-a3))*xsc-(4-2*a2-a3)/(2*(3-a2-a3))*xmc


eq7 = ps==a1-(xsa+xsb+xmb+xsc+xmc+xlc)

eq8 = dpm==a2*(xsa+xsb+xsc)-(1-a2)*(xmb+xmc+xlc)

eq9 = dpl==a3*(xmb+xmc)-(1-a3)*(xlc)


eq10= ga==xsa*(ps-ya*ks)

eq11= gb==xsb*(ps-yb*ks)+xmb*(ps+dpm-yb*km)

eq12= gc==xsc*(ps-yc*ks)+xmc*(ps+dpm-yc*km)+xlc*(ps+dpm+dpl-yc*kl)


eq13= ds==xsa+xsb+xsc

eq14= dm==xmb+xmc

eq15= dl==xlc

eq16= da==ds+dm+dl
```

[264] Vgl. Zimmermann (2018).

Die Lösungen ergeben sich dann aus den folgenden Formeln, wobei die zweite jeweils die Lösung des numerischen Beispiels ausgibt:

Anbieter a:

```
solve([eq1,xsb==0,xmb==0,xsc==0,xmc==0,xlc==0,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13
,eq14,eq15,eq16],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da)
solve([eq1,xsb==0,xmb==0,xsc==0,xmc==0,xlc==0,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13
,eq14,eq15,eq16,a1==100,a2==0.5,a3==0.25,ya==2,yb==4,yc==1,ks==2,km==3,kl==4]
,xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da,a1,a2,a3,ya,yb,yc,ks
,km,kl)
```

Anbieter b:

```
solve([xsa==0,eq2,eq3,xsc==0,xmc==0,xlc==0,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq
14,eq15,eq16],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da)
solve([xsa==0,eq2,eq3,xsc==0,xmc==0,xlc==0,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq
14,eq15,eq16,a1==100,a2==0.5,a3==0.25,ya==2,yb==4,yc==1,ks==2,km==3,kl==4],xs
a,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da,a1,a2,a3,ya,yb,yc,ks,km
,kl)
```

Anbieter c:

```
solve([xsa==0,xsb==0,xmb==0,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,
eq15,eq16],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da)
solve([xsa==0,xsb==0,xmb==0,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,
eq15,eq16,a1==100,a2==0.5,a3==0.25,ya==2,yb==4,yc==1,ks==2,km==3,kl==4],xsa,x
sb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da,a1,a2,a3,ya,yb,yc,ks,km,kl
)
```

Anbieter a und b:

```
solve([eq1,eq2,eq3,xsc==0,xmc==0,xlc==0,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,e
q15,eq16],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da)
solve([eq1,eq2,eq3,xsc==0,xmc==0,xlc==0,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,e
q15,eq16,a1==100,a2==0.5,a3==0.25,ya==2,yb==4,yc==1,ks==2,km==3,kl==4],xsa,xsb
,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da,a1,a2,a3,ya,yb,yc,ks,km,kl)
```

Anbieter a und c:

```
solve([eq1,xsb==0,xmb==0,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,eq15,eq16],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da)
solve([eq1,xsb==0,xmb==0,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,eq15,eq16,a1==100,a2==0.5,a3==0.25,ya==2,yb==4,yc==1,ks==2,km==3,kl==4],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da,a1,a2,a3,ya,yb,yc,ks,km,kl)
```

Anbieter b und c:

```
solve([xsa==0,eq2,eq3,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,eq15,eq16],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da)
solve([xsa==0,eq2,eq3,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,eq15,eq16,a1==100,a2==0.5,a3==0.25,ya==2,yb==4,yc==1,ks==2,km==3,kl==4],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da,a1,a2,a3,ya,yb,yc,ks,km,kl)
```

Anbieter a, b und c:

```
solve([eq1,eq2,eq3,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,eq15,eq16],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da)
solve([eq1,eq2,eq3,eq4,eq5,eq6,eq7,eq8,eq9,eq10,eq11,eq12,eq13,eq14,eq15,eq16,a1==100,a2==0.5,a3==0.25,ya==2,yb==4,yc==1,ks==2,km==3,kl==4],xsa,xsb,xmb,xsc,xmc,xlc,ps,dpm,dpl,ga,gb,gc,ds,dm,dl,da,a1,a2,a3,ya,yb,yc,ks,km,kl)
```

Literaturverzeichnis

Abrardi, L., & Cambini, C. (2019). Ultra-fast broadband investment and adoption: A survey. *Telecommunications Policy*, 43(3), 183-198.

Ahlfeldt, G., Koutroumpis, P., & Valletti, T. (2017). Speed 2.0: Evaluating access to universal digital highways. *Journal of the European Economic Association*, 15(3), 586-625.

Akerman, A., Gaarder, I., & Mogstad, M. (2015). The skill complementarity of broadband internet. *The Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1781-1824.

Akkermans, H., & Vos, B. (2003). Amplification in service supply chains: An exploratory case study from the telecom industry. *Production and operations management*, 12(2), 204-223.

Angelou, G. N., & Economides, A. A. (2013). Broadband business by utilities infrastructure exploitation: A multistage competition model. *Telecommunications Policy*, 37(1), 63-79.

Aravantinos, E., Petre, K., Katsianis, D., & Varoutas, D. (2020). Determinants of FTTH tariffs: an empirical EU study. In *ITS Conference, Online Event 2020* (No. 224844). International Telecommunications Society (ITS).

Arieli, I., & Aumann, R. J. (2015). The logic of backward induction. *Journal of Economic Theory*, 159, 443-464.

Arrow, K. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (pp. 609-626). Princeton University Press.

Bach, T. (2008). *DSL versus Kabel: Informationsexternalitäten als Determinanten von Pfadabhängigkeit und Wechselkosten bei der Adoption von Breitband-Technologien*. Springer-Verlag.

Baer, W. S. (1995). Telecommunications infrastructure competition: The costs of delay. *Telecommunications Policy*, 19(5), 351-363.

Bai, Y. (2017). The faster, the better? The impact of internet speed on employment. *Information Economics and Policy*, 40, 21-25.

Baliga, J., Ayre, R. W., Hinton, K., & Tucker, R. S. (2010). Green cloud computing: Balancing energy in processing, storage, and transport. *Proceedings of the IEEE*, 99(1), 149-167.

Bär, D., Knauth, P., Eschweiler, W., Kopf, W., Daiber, V., Dresselhaus, W., & Lange, M. (2016). Wie viel ist genug? Breitbandausbau in Deutschland. *ifo Schnelldienst*, 69(20), 3-28.

Beltrán, F., Van der Wee, M., & Verbruggen, S. (2018). A comparative analysis of selected national and regional investment initiatives that seek to achieve broadband expansion by deploying NGA networks. *Journal of Information Policy*, 8, 267-295.

Bender, D., Berg, H., Cassel, D., Gabisch, G., Hartwig, K. H., Hübl, L., & Willms, M. (1995). *Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik*, Band 2, 6. Auflage. Verlag Franz Vahlen, München.

Blutner, D., Brose, H. G., & Holtgrewe, U. (1997). Gemeinwohl und Dezentralisierung am Beispiel der Reorganisation der Deutschen Telekom AG. In *Differenz und Integration: Die Zukunft moderner Gesellschaften* (165-169). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Briglauer, W., & Cambini, C. (2019). Does regulation of basic broadband networks affect the adoption of new fiber-based broadband services? *Industrial and Corporate Change*, 28(2), 219-240.

Briglauer, W., Ecker, G., & Gugler, K. (2013). The impact of infrastructure and service-based competition on the deployment of next generation access networks: Recent evidence from the European member states. *Information Economics and Policy*, 25(3), 142-153.

Briglauer, W., Frübing, S., & Vogelsang, I. (2014). The impact of alternative public policies on the deployment of new communications infrastructure–A survey. *Review of Network Economics*, 13(3), 227-270.

Buehler, S., Burger, A., & Ferstl, R. (2010). The investment effects of price caps under imperfect competition: A note. *Economics Letters*, 106(2), 92-94.

Bundesnetzagentur (1999). *Telekommunikations- und Postmarkt im Jahre 1999*. Abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/1999/TK_Postmarkt1999MarktdatenId213pdf.pdf.

Bundesnetzagentur (2002). Jahresbericht 2001. Abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/JB2001.pdf.

Bundesnetzagentur (2005). *Jahresbericht 2004*. Abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2004/Jahresbericht2004Id1432pdf.pdf.

Bundesnetzagentur (2016). *Jahresbericht 2015*. Abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf.

Bundesnetzagentur (2018). *Jahresbericht 2017*. Netze für die Zukunft. Abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2018/JB2017.pdf.

Bundesnetzagentur (2020a). *Jahresbericht 2019*. Abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/JB2019.pdf.

Bundesnetzagentur (2020b). *Beschluss in dem Verwaltungsverfahren auf Genehmigung der Entgelte für den Zugang zu einem einheitlichen Bitstromprodukt auf Basis von Ethernet-Bitstrom (L2-BSA) sowie von Entgelten für den lokal virtuell entbündelten Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung (KVz-AP)*. Az. BK 3c-19/032.

Bundesnetzagentur (2020c). *Festlegung der Bundesnetzagentur für Massenmarktprodukt auf der Vorleistungsebene an festen Standorten zentral bereitgestellter Zugang*. Abgerufen unter https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK1-GZ/2020/BK1-20-0004/BK1-20-0004_Konsultationsentwurf_Download.pdf.

Bundesregierung, Deutsche. (2018). *Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD 19. Legislaturperiode*. Berlin.

Bundesregierung, Deutsche. (2021). *Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP*. Berlin.

Cabral, L. M. (2017). *Introduction to industrial organization*. MIT press.

Cadman, R. (2019). Legal separation of BT: A necessary incentive for investment?. *Telecommunications Policy*, 43(1), 38-49.

Calzada, J., García-Mariñoso, B., Ribé, J., Rubio, R., & Suárez, D. (2018). Fiber deployment in Spain. *Journal of Regulatory Economics*, 53(3), 256-274.

Calzada, J., & Martínez-Santos, F. (2014). Broadband prices in the European Union: Competition and commercial strategies. *Information Economics and Policy*, 27, 24-38.

Chang, S. G., & Gavish, B. (1993). Telecommunications network topological design and capacity expansion: Formulations and algorithms. *Telecommunication Systems*, 1(1), 99-131.

Davidson, C., & Deneckere, R. (1986). Long-run competition in capacity, short-run competition in price, and the Cournot model. *The Rand Journal of Economics*, 404-415.

Elbracht, A. (2009). *Das Sanktionsinstrumentarium im TKG im Kontext der Rückführung sektorspezifischer Regulierung*. LIT Verlag Münster.

Elixmann, D., Neumann, K. H., & Stumpf, U. (2013). Zukunft des Wettbewerbs in der Telekommunikation. *Netzwirtschaften & Recht*, 1, 1-16.

Europäische Kommission (2018). *Study on Broadband Coverage in Europe 2017*. Abgerufen unter https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2017.

Europäische Kommission (2020). *Study on Broadband Coverage in Europe 2018*. Abgerufen unter https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2018.

Falck, O., & Mazat, A. (2016). Breitbandausbau in Deutschland:» Need for Speed «?. *Ifo Schnelldienst*, 69(20), 26.

Feijóo, C., Ramos, S., Armuña, C., Arenal, A., & Gómez-Barroso, J. L. (2018). A study on the deployment of high-speed broadband networks in NUTS3 regions within the framework of digital agenda for Europe. *Telecommunications Policy*, 42(9), 682-699.

Fetzer, T. (2013). *Staat und Wettbewerb in dynamischen Märkten: eine juristisch-ökonomische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der sektorspezifischen Telekommunikationsregulierung in Deutschland und den USA*. Mohr Siebeck.

Ferreira, P. (2017). Welfare Changes in the Cournot Setting with an Empirical Application to the Telecommunications Industry. *The Journal of Industrial Economics*, 65(1), 194-213.

Forzati, M., & Mattsson, C. (2013, June). Twenty years of open fibre network in stockholm: A socio-economic study. In *2013 15th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON)* (1-8). IEEE.

Fourberg, N., & Korff, A. (2020). Fiber vs. vectoring: Limiting technology choices in broadband expansion. *Telecommunications Policy*, 44(8), 102002.

Fourie, H., & de Bijl, P. W. (2018). Race to the top: Does competition in the DSL market matter for fibre penetration? *Telecommunications Policy*, 42(9), 778-793.

Fuentelsaz, L., Maicas, J. P., & Polo, Y. (2012). Switching costs, network effects, and competition in the European mobile telecommunications industry. *Information Systems Research*, 23(1), 93-108.

Galperin, H., & Ruzzier, C. A. (2013). Price elasticity of demand for broadband: Evidence from Latin America and the Caribbean. *Telecommunications Policy*, 37(6-7), 429-438.

Gerli, P., & Whalley, J. (2018). Fibre to the countryside: A comparison of public and community initiatives in the UK. In *29th European Regional ITS Conference*, Trento 2018 (No. 184941). International Telecommunications Society (ITS).

Gilbert, R. J., & Newbery, D. M. (1982). Preemptive patenting and the persistence of monopoly. *The American Economic Review*, 514-526.

Girard, Y., Mattes, A., & Michelsen, C. (2018). Gigabit access: Germany lags behind in international comparison but demand is low. *DIW Weekly Report*, 8(25/26), 219-229.

Glass, V., & Stefanova, S. K. (2012). Economies of scale for broadband in rural United States. *Journal of Regulatory Economics*, 41(1), 100-119.

Godlovitch, I., Knips, J., & Wernick, C. (2020). *Benefits of the wholesale only model for fibre deployment in Italy*. Abgerufen unter https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2020/Openfiber_wholesaleonly.pdf

Godlovitch, I., & Neumann, K. H. (2017). Co-investment and incentive-based regulation. In *28th European Regional ITS Conference*, Passau 2017 (No. 169463). International Telecommunications Society (ITS).

Golden, P., Dedieu, H., & Jacobsen, K. S. (Eds.). (2007). *Implementation and applications of DSL technology*. CRC press.

Grimes, A., Ren, C., & Stevens, P. (2012). The need for speed: impacts of internet connectivity on firm productivity. *Journal of Productivity Analysis*, 37(2), 187-201.

Hamzeh, B., Toy, M., Fu, Y., & Martin, J. (2015). DOCSIS 3.1: Scaling broadband cable to gigabit speeds. *IEEE Communications Magazine*, 53(3), 108-113.

Han, L., & Liu, A. L. (2013). On Nash–Cournot games with price caps. *Operations Research Letters*, 41(1), 92-97.

Hasbi, M. (2017). *Impact of very high-speed broadband on local economic growth: Empirical evidence*.

Haucap, J., Heimeshoff, U., & Gösser, N. (2021). *Preis-Kosten-Scheren im Telekommunikationssektor*. Nomos Verlag.

Intven, H. (2000). *Telecommunications regulation handbook*. Washington, DC: World Bank.

Jay, S., Neumann, K. H., & Plückebaum, T. (2012). The cost of nationwide fibre access in Germany. *Communications & Strategies*, (85), 169-188.

Jensen, M., & Gutierrez, J. M. (2012). Upper bound performance estimation for copper based broadband access. In *2012 20th Telecommunications Forum (TELFOR)* (280-283). IEEE.

Kalyoncu, F. A., Zeydan, E., & Yildirim, A. (2019). A Predictive Approach for Managing Network Port Resources of Service Providers. In *2019 22nd Conference on Innovation in Clouds, Internet and Networks and Workshops (ICIN)* (264-268). IEEE.

Katris, C., & Daskalaki, S. (2015). Comparing forecasting approaches for Internet traffic. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 8172-8183.

Katz, R. L., Vaterlaus, S., Zenhäusern, P., & Suter, S. (2010). The impact of broadband on jobs and the German economy. *Intereconomics*, 45(1), 26-34.

Kiparski, G. (2020). Die TKG-Novelle 2021. *Computer und Recht*, 36(12), 818-827.

Klein, G. J. (2020). Die öffentliche Förderung des Breitbandausbaus, eine kritische Würdigung. In *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik* 46(2), 199-212.

Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2010). *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*. John Wiley & Sons.

Krafft, J., & Salies, E. (2008). The diffusion of ADSL and costs of switching Internet providers in the broadband industry: Evidence from the French case. *Research Policy*, 37(4), 706-719.

Kreps, D. M., & Scheinkman, J. A. (1983). Quantity precommitment and Bertrand competition yield Cournot outcomes. *The Bell Journal of Economics*, 326-337.

Lange, C., Braune, M., & Gieschen, N. (2008). On the energy consumption of FTTB and FTTH access networks. In *National Fiber Optic Engineers Conference (JWA105)*. Optical Society of America.

Lange, M. R., & Saric, A. (2016). Substitution between fixed, mobile, and voice over IP telephony–Evidence from the European Union. *Telecommunications Policy*, 40(10-11), 1007-1019.

Lannoo, B., Verbrugge, S., Van Ooteghem, J., Boonefaes, E., Haelvoet, K., Colle, D., & Demeester, P. (2006). The evolution of fixed access networks in Belgium: the road to Fibre to the Home, an economic assessment. In *IST BroadBand Europe conference*, papers online (www.bbeurope.org).

Liu, Y. H., Prince, J., & Wallsten, S. (2018). Distinguishing bandwidth and latency in households' willingness-to-pay for broadband internet speed. *Information Economics and Policy*, 45, 1-15.

Maier-Rigaud, F. P., Schwalbe, U., & Beckmann, C. L. (2021). Ökonomische Aspekte der Entgeltregulierung am Beispiel des Layer 2 VDSL Bitstromzugangs. *Neue Zeitschrift für Kartellrecht (NZKart)*, 9(2), 84-89.

Martins, S. S., & Wernick, C. (2021). Regional differences in residential demand for very high bandwidth broadband internet in 2025. *Telecommunications Policy*, 45(1), 102043.

McLaren, G. (2017). Hong Kong's fibre broadband market: Busting the myth of residential fibre broadband always being a natural monopoly. *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, 5(3), 36-49.

McWilliams, A., Van Fleet, D. D., & Cory, K. D. (2002). Raising rivals' costs through political strategy: An extension of resource-based theory. *Journal of Management Studies*, 39(5), 707-724.

Moreno, D., & Ubeda, L. (2006). Capacity precommitment and price competition yield the Cournot outcome. *Games and Economic Behavior*, 56(2), 323-332.

Myerson, R. B. (1999). Nash equilibrium and the history of economic theory. *Journal of Economic Literature*, 37(3), 1067-1082.

Nardotto, M. (2016). Open Access im Breitbandmarkt hat keine Auswirkung auf die Verbreitung, fördert jedoch die Internetqualität: das Beispiel Großbritannien. *DIW Wochenbericht*, 83(28), 595-603.

Neumann, K. H. (2014). *TK-Investitionen, Investitionsprojektionen und Erreichung der Ziele der Breitbandstrategie*.

OECD (2019). *Broadband Portal*. Abgerufen unter http://www.oecd.org/digital/broadband/broadband-statistics für 2019.

Offenbächer, P. (2019). *Die Regulierung des Vectoring: der entbündelte Zugang zum Teilnehmeranschluss im Kräftefeld von Wettbewerb und hochleistungsfähigen Telekommunikationsnetzen*. Nomos Verlag.

Papacharissi, Z., & Zaks, A. (2006). Is broadband the future? An analysis of broadband technology potential and diffusion. *Telecommunications Policy*, 30(1), 64-75.

Picot, A., & Wernick, C. (2005). Wettbewerbsregulierung in der Telekommunikation gemäß EU-Richtlinien und TKG. *Wirtschaftsinformatik*, 47(3), 222-225.

Picot, A., Wernick, C., & Grove, N. (2008). *Aktuelle Treiber auf Telekommunikationsmärkten und ihre Auswirkungen auf Geschäftsmodelle und Erlösquellen festnetzbasierter Carrier*. Munich School of Management.

Plückebaum, T., & Ockenfels, M. (2020). Kosten und andere Hemmnisse der Migration von Kupfer-auf Glasfasernetze. *WIK Diskussionsbeitrag*, 457.

Plückebaum, T., Eltges, F., & Ockenfels, M. (2019). *Potenziell anzunehmende Vorleistungsprodukte in Kabelnetzen auf Basis von Docsis*. WIK-Consult. Abgerufen unter https://www.wik.org/veroeffentlichungen/studien/weitere-seiten/vorleistungsprodukte-in-kabelnetzen.

Queder, F. (2020). Competitive effects of cable networks on FTTx deployment in Europe. *Telecommunications Policy*, 44(10), 102027.

Queder, F., Lehr, W., & Haucap, J. (2020). 5G and Mobile Broadband Disruption. *International Telecommunications Society (ITS)*.

Reinganum, J. F. (1983). Uncertain innovation and the persistence of monopoly. *The American Economic Review*, 73(4), 741-748.

Rokkas, T., Katsianis, D., & Varoutas, D. (2010). Techno-economic evaluation of FTTC/VDSL and FTTH roll-out scenarios: discounted cash flows and real option valuation. *Journal of Optical Communications and Networking*, 2(9), 760-772.

Sahebali, M. W. W., Sadowski, B. M., Nomaler, O., & Brennenraedts, R. (2021). Rolling out of fibre optic networks in intermediate versus urban areas: An exploratory spatial analysis in the Netherlands. *Telecommunications Policy*, 45(5), 102080.

Salop, S. C., & Scheffman, D. T. (1983). Raising rivals' costs. *The American Economic Review*, 73(2), 267-271.

Schneir, J. R., & Xiong, Y. (2014). Cost analysis of network sharing in FTTH/PONs. *IEEE Communications Magazine*, 52(8), 126-134.

Selten, R. (1965a). Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfrageträgheit. Teil I: Bestimmung des dynamischen Preisgleichgewichts. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft/Journal of Institutional and Theoretical Economics*, (H. 2), 301-324.

Selten, R. (1965b). Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfrageträgheit. Teil II: Eigenschaften des dynamischen Preisgleichgewichts. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft/Journal of Institutional and Theoretical Economics*, (H. 4), 667-689.

Selten, R. (1975). Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games. *International Journal of Game Theory*, 4.

Selten, R. (1978). The chain store paradox. *Theory and decision*, 9(2), 127-159.

Skubic, B., Fiorani, M., Tombaz, S., Furuskär, A., Mårtensson, J., & Monti, P. (2017). Optical transport solutions for 5G fixed wireless access. *Journal of Optical Communications and Networking*, 9(9), D10-D18.

Sosa, D. (2014). *Early Evidence Suggests Gigabit Broadband Drives GDP*. Analysis Group.

Stamm, P. (2010). Aktuelle Entwicklungen und Strategien der Kabelbranche. *WIK Diskussionsbeitrag*, 347.

Stehle, R. (2010). *Wissenschaftliches Gutachten zur Ermittlung des kalkulatorischen Zinssatzes, der den spezifischen Risiken des Breitbandausbaus Rechnung trägt.* Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur.

Sujata, J., Sohag, S., Tanu, D., Chintan, D., Shubham, P., & Sumit, G. (2015). Impact of over the top (OTT) services on telecom service providers. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(S4), 145-160.

Tatarnikova, T., Sovetov, B., & Chehanovsky, V. (2021, May). Autoregressive models of network traffic prediction. *Journal of Physics: Conference Series.* 1864(1), 12099.

Tenbrock, S., & Wernick, C. (2020). Incumbents als Nachfrager von Vorleistungen auf FTTB/H-Netzen. *WIK Diskussionsbeitrag*, 464.

Thaler, R. H. (1988). Anomalies: The winner's curse. *Journal of Economic Perspectives*, 2(1), 191-202.

Vande, S. V. (2020). The European Commission Approves a Telecoms Merger With Commitments to Address Unilateral Horizontal Effects Without Dominance (So-Called 'Gap'Case)(Vodafone/Liberty Global). *Concurrences Competition Law Review*, (1-2020).

Varian, H. R., & Buchegger, R. (2007). *Grundzüge der Mikroökonomik* (7. Auflage). München, Wien: Oldenbourg.

Victor-Ikoh, M. I., & Moko, A. (2021). *Fixed Wireless Access: An Explorative Study of WIMAX FWA and 5G FWA Networks.*

Weiss, S. E. (1993). Analysis of complex negotiations in international business: The RBC perspective. *Organization Science*, 4(2), 269-300.

Wernick, C., Tenbrock, S., Gries, C., Henseler-Unger, I., Plückebaum, T., & von Loris Model, U. M. (2018). *Tiefbaukapazitäten als Engpass für den FTTB/H-Ausbau? Empfehlungen zur*

Effizienzsteigerung und Kostensenkung für den Markt und die öffentliche Hand. Abgerufen unter https://www.wik.org/fileadmin/Studien/2018/WIK-Tiefbaustudie.pdf.

Wernick, C., Queder, F., Martins, S., & Gries, C. (2017). Ansätze zur Glasfaser-Erschließung unterversorgter Gebiete. *WIK-Consult*. Abgerufen unter https://www.wik.org/veroeffentlichungen/studien/weitere-seiten/2017-dihk-studie.

Zidane, R., Huberman, S., Leung, C., & Le-Ngoc, T. (2013). Vectored DSL: benefits and challenges for service providers. *IEEE Communications Magazine*, 51(2), 152-157.

Zimmermann, P., Casamayou, A., Cohen, N., Connan, G., Dumont, T., Fousse, L., & Thomas, H. (2018). *Computational mathematics with SageMath*. Society for Industrial and Applied Mathematics.

Žižlavský, O. (2014). Net present value approach: method for economic assessment of innovation projects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 156, 506-512.