

Eine Modellanalyse zur Abschaltung des Kupfernetzes und zur Kupfer-Glas-Migration

Autoren:

Menessa Ricarda Lachmann

Dr. Karl-Heinz Neumann

Dr. Christian Wernick

Impressum

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

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführung	Dr. Cara Schwarz-Schilling (Vorsitzende der Geschäftsführung) Alex Kalevi Dieke (Kaufmännischer Geschäftsführer)
Prokuristen	Prof. Dr. Bernd Sörries Dr. Christian Wernick Dr. Lukas Wiewiorra
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Dr. Thomas Solbach
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7043
Steuer-Nr.	222/5751/0926
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 329 763 261
Stand: Januar 2025	

Inhaltsverzeichnis

1	Einige Grundüberlegungen zur Abschaltung des Kupfernetzes	1
2	Ziel und Ansatz der modellgestützten Analyse	5
3	Betrachtete Szenarien und ihre Ergebnisse	8
3.1	Übersicht über die betrachteten Szenarien	8
3.2	Drei verschiedene Gebiete	10
3.3	Szenario 1: Abschaltung ohne Migration	10
3.3.1	Annahmen Szenario 1	10
3.3.2	Ergebnisse Szenario 1	13
3.3.3	Sensitivitäten	14
3.4	Szenario 2: Migration auf ein eigenes Glasfasernetz	15
3.4.1	Annahmen Szenario 2	15
3.4.2	Ergebnisse Szenario 2	19
3.4.3	Sensitivitäten	20
3.5	Szenario 3: Migration auf ein fremdes Glasfasernetz	21
3.5.1	Grundlegende Annahmen Szenario 3	21
3.5.2	Szenario 3a und 3b – Wholebuy FTTH L2 BSA	22
3.5.3	Szenario 3c: Abschaltung bei Einkauf von Glasfaser TAL	26
3.5.4	Sensitivitäten	28
3.6	Eine Gesamtschau der Ergebnisse	29
3.6.1	Vergleich alle Szenarien nach Gebiet	29
3.6.2	Überblick über alle Ergebnisse	33
4	Abschaltung im Rahmen der FTTH-Marktentwicklung	36
4.1	Einige Grundannahmen	36
4.2	Die weitere Ausbauentwicklung	37
4.3	Verlauf der Kundenentwicklung auf den FTTH-Netzen	40
4.4	Verlauf der Kundenentwicklung auf dem x-DSL-Netz	44
4.5	Alternative Szenarien und Interpretation der Ergebnisse	48
5	Ein Abschaltpfad auf Basis der Abschaltszenarien und der FTTH-Marktentwicklung	51

6 Marktverhalten und Handlungsoptionen zur Entwicklung eines gesamtwirtschaftlich ausgerichteten Abschaltedpfads	52
6.1 Anreizorientierter versus gesamtwirtschaftlich ausgerichteter Abschaltedpfad	52
6.2 Marktverhalten und Handlungsoptionen zur Beschleunigung der Abschaltung	54
6.2.1 Nationales Abschaltedatum und Abschaltungsvoraussetzungen	55
6.2.2 Neuausrichtung der Förderung	56
6.2.3 Diskriminierungsfreie Abschaltung	57
6.2.4 Überprüfung der Commitment-Verträge	58
6.2.5 Beschleunigung regulatorischer Verfahren	60
6.2.6 Umfassender Migrationsplan	61
6.2.7 Senkung der Vorleistungspreise für FTTH-Produkte	61
6.2.8 Erhöhung der Kupfervorleistungspreise	62
6.2.9 Senkung der Vorleistungsentgelte bei Förderprojekten	63
6.2.10 Begrenzung des Überbaus	64
6.2.11 Mehr Flächendeckung im Ausbau	64
6.2.12 Schließung der Lücke zwischen HP und HC	66
6.2.13 Stärkeres Wholebuy der TDG auf alternativen FTTH-Netzen	66
6.2.14 Mehr Wettbewerb auf den Glasfasernetzen	67
6.3 Bewertung der Handlungsoptionen	67
Literaturverzeichnis	69

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Ergebnis Szenario 1 – Mittelstädtisches Gebiet	14
Abbildung 3-2:	Ergebnis Szenario 2 – Mittelstädtisches Gebiet	19
Abbildung 3-3:	Ergebnisse Szenario 2 – Alle Gebiete im Vergleich	20
Abbildung 3-4:	Ergebnis Szenario 3a – Mittelstädtisches Gebiet	25
Abbildung 3-5:	Ergebnis Szenario 3b – Mittelstädtisches Gebiet	26
Abbildung 3-6:	Ergebnis Szenario 3c – Mittelstädtisches Gebiet	28
Abbildung 3-7:	Ergebnisse alle Szenarien im Vergleich – Ländliches Gebiet	30
Abbildung 3-8:	Ergebnisse alle Szenarien im Vergleich – Mittelstädtisches Gebiet	31
Abbildung 3-9:	Ergebnisse alle Szenarien im Vergleich – Städtisches Gebiet	32
Abbildung 4-1:	Entwicklung der Zahl der zusätzlich als HP erreichbaren WE/ Unternehmensstandorte nach Anbietergruppe.	38
Abbildung 4-2:	Entwicklung der Zahl der HP erreichbaren WE/Unternehmensstandorte.	39
Abbildung 4-3:	FTTH-Abdeckung in % der Wohneinheiten/Unternehmensstandorte	40
Abbildung 4-4:	Entwicklung des Take-up auf dem Netz der TDG	41
Abbildung 4-5:	Entwicklung des Take-up auf den Netzen der alternativen Netzbetreiber	41
Abbildung 4-6:	Entwicklung der Anzahl der FTTH-Kunden auf den Netzen der TDG und der alternativen Anbieter	43
Abbildung 4-7:	Entwicklung der Take-up-Rate auf den Netzen der TDG und der alternativen Anbieter	44
Abbildung 4-8:	Entwicklung der Anzahl der Breitbandkunden nach Zugangstechnologie	46
Abbildung 4-9:	Entwicklung des Take-up auf der x-DSL-Plattform der TDG	47
Abbildung 4-10:	Entwicklung des Take-up auf dem x-DSL-Netz der TDG – kritische Auslastungsgrade in mittelgroßen Städten	48
Abbildung 4-11:	Entwicklung des Take-up auf dem x-DSL-Netz der TDG – kritische Auslastungsgrade in mittelgroßen Städten in einem schnelleren Hochlaufszenario	49
Abbildung 4-12:	Entwicklung des Take-up auf dem x-DSL-Netz der TDG – kritische Auslastungsgrade in mittelgroßen Städten in einem langsameren Hochlaufszenario	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Übersicht über betrachtete Szenarien	9
Tabelle 3-2:	Übersicht Modellinputs – Szenario 1	13
Tabelle 3-3:	Übersicht Modellinputs – Szenario 2	18
Tabelle 3-4:	Übersicht Modellinputs – Szenario 3a / 3b	24
Tabelle 3-5:	Übersicht Modellinputs – Szenario 3c	27
Tabelle 3-6:	Profitabilitätsgrenze Glasfaser Eigenausbau und Wholebuy – Überblick alle Gebiete	33
Tabelle 3-7:	Profitabilitätsgrenze Kupfernetzbetrieb vs. Marktanteil / Auslastung auf dem GF-Netz, ab dem / der ein höheres EBT erzielt wird als beim Kupfernetzbetrieb – Überblick alle Gebiete	34
Tabelle 6-1:	Marktverhalten, Handlungsoptionen und Effekte auf den Abschaltprozess	68

1 Einige Grundüberlegungen zur Abschaltung des Kupfernetzes

Auch wenn bei der Kupfer-Glas-Migration die freiwillige Migration der Endkunden wie der Wholesalekunden vom Kupfernetz auf das Glasfasernetz im Vordergrund steht, stellt die forcierte Migration in Verbindung mit der Abschaltung des Kupfernetzes ein zentrales Element des gesamten Migrationsprozesses dar. Der gesetzliche Rahmen in §34 TKG und in Artikel 81 des EECC weist dem Betreiber des Kupfernetzes die Schlüsselrolle bei der Einleitung, der Gestaltung und dem Verlauf des Abschaltprozesses zu. Um den Beginn, den Verlauf, die Dauer und das Ende des Abschaltprozesses zu antizipieren, kommt es daher wesentlich darauf an zu verstehen und einzuschätzen, welche betriebswirtschaftlichen und strategischen Faktoren den Abschaltprozess des Kupfernetzbetreibers treiben. Dieser wird von einer Vielzahl an Überlegungen und Parametern wie dem Nutzungsverhalten der Kunden sowie den Kosten und Erlösen im Bereich des Kupfernetzes bestimmt. In dieser Studie wird dieser komplexe Gesamtzusammenhang mit einer Excel-basierten Modellanalyse transparent beschrieben.

Voran stellen wir eine kurze Zusammenfassung der Rahmenbedingungen und die derzeitige Ausgangssituation für die Kupfer-Glas-Migration in Deutschland und verweisen auf einige Erfahrungen aus den Abschaltprozessen in anderen Ländern.

In Deutschland hat der Glasfaserausbau an Fahrt aufgenommen. Ähnlich wie in anderen EU-Mitgliedstaaten, in denen VDSL und Kabel eine hohe Marktrelevanz haben (z.B. Belgien und Österreich), ist die Glasfaserabdeckung mit 40% der Haushalte immer noch niedriger als in EU-Mitgliedstaaten ohne großflächigen Ausbau von VDSL- oder Kabelnetzen.¹ Neben den daraus resultierenden geringeren Anreizen, das Kupfernetz abzuschalten, stellt in Deutschland wie auch in anderen EU-Mitgliedstaaten darüber hinaus der Ausbau der Haus- bzw. Wohnungsanschlüsse eine Herausforderung dar. Die Nachverdichtung von FTTH-Homes Passed zu Homes Connected ist aber eine Voraussetzung für die vollständige Kupfernetzabschaltung. Das Erreichen höherer Take-up Raten auf FTTH-Netzen und der Abbau der Hemmnisse für den Ausbau der Gebäudenetze sind Fragen, die sich in diesem Zusammenhang immer dringender stellen und auch das Abschaltverhalten beeinflussen werden. Daher sind sie Teil der Diskussion und der Arbeit der Projektgruppen im Gigabitforum² und sind vom BMDS aufgegriffen worden.³ Außerdem hat die Bundesnetzagentur im April 2025 ein

¹ Bundesnetzagentur (2024a).

² <https://www.gigabitforum.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Breitband/Gigabitforum/start.html> (abgerufen am 04.08.2025).

³ Das BMDS hat z.B. Ende Juli ein Anhörung zur Anpassung des TKG mit Blick auf Regelungen zu Gebäudenetzen durchgeführt.

Impulspapier zur regulierten Kupfer-Glas-Migration veröffentlicht und bis zum 23. Juni Stellungnahmen entgegengenommen.⁴

Auch einige aktuelle Entwicklungen zum europäischen Rechtsrahmen und den Überlegungen zu seiner Weiterentwicklung werden Einfluss auf den Abschaltprozess in Deutschland haben.

In der Gigabit Connectivity Recommendation der Europäischen Kommission von 2024 hat sie weitere regulatorische Eckpunkte für den Abschalterahmen des Kupfernetzes gesetzt. So soll (1) die Ankündigungsphase für Abschaltungen zwei bis drei Jahre nicht übersteigen. Weiterhin sind (2) Anforderungen an die Verfügbarkeit von Vorleistungsprodukten über das Konzept einer Substitutionsmatrix zu spezifizieren. Dabei kann das erforderliche Vorleistungsprodukt auch durch einen alternativen Netzbetreiber, der im betreffenden Gebiet ein VHC-Netz ausgebaut hat, bereitgestellt werden. Weiterhin legt die Empfehlung nahe, dass (3) eine Flächendeckungs-/Versorgungsschwelle für das Glasfasernetz festgelegt wird, bevor die regulatorischen Zugangsverpflichtungen für das Kupfernetz für ein bestimmtes Abschaltgebiet aufgehoben werden dürfen.

In ihrem im Februar 2024 veröffentlichten White Paper „How to master Europe’s digital infrastructure needs?“⁵ hat die Europäische Kommission einen europaweiten Fahrplan zur Kupfernetzabschaltung vorgeschlagen. Nach den Vorstellungen der Kommission sollen bis 2028 80% der Kupferanschlüsse in der EU abgeschaltet sein. Bis 2030 sollen danach alle Kupfernetze und -anschlüsse abgeschaltet sein. Dieser Abschaltedefad steht in unmittelbarem Zusammenhang mit den europäischen Konnektivitätszielen. Auch wenn dieser europäische Abschaltedefad in der nachfolgenden Konsultation von den meisten Stakeholdern, NRAs und Regierungen als unrealistisch beziehungsweise für einzelne Länder als nicht darstellbar eingeschätzt wurde, bleibt ein nationales oder europäisches Zieldatum für die Abschaltung weiter im Gespräch. Im Rahmen der Schaffung eines neuen Digital Network Acts, dessen Entwurf Ende 2025 vorliegen soll, wird die Kommission hierzu einen konkreten Umsetzungsplan vorlegen.

Angesichts des aktuellen FTTH-Ausbaustands in Deutschland und der zu antizipierenden weiteren Ausbaudynamik, die wir in Kapitel 4 näher beleuchten, erscheint jedenfalls aus heutiger Sicht ein derartiges Ziel zumindest für Deutschland nicht darstellbar.

Die WIK-Consult hat eine Benchmark-Studie zur Kupfernetzabschaltung erstellt, in der untersucht wird, inwieweit sich aus dem Abschaltedefad in EU-Mitgliedstaaten, in denen der Abschaltedefad bereits begonnen hat bzw. bereits weit fortgeschritten ist,

⁴ Vgl. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Kupfer-Glas/start.html> (abgerufen am 04.08.2025).

⁵ Vgl. European Commission (2024).

Lösungsansätze für ein Kupfernetzabschaltungskonzept in Deutschland ergeben können. Dazu gehören z.B. Länder wie Schweden, Spanien, Norwegen und Portugal.⁶

Folgende Erkenntnisse lassen sich aus den Abschaltprozessen aus der oben genannten Benchmark-Studie der WIK-Consult⁷ ableiten:

- (1) Eine Reihe von Incumbents hat Abschaltpläne bereits in einer frühen Phase der Glasfaserverfügbarkeit (< 50% HP) bereitgestellt (z.B. Estland, Norwegen, Portugal und Schweden). In diesen Ländern lässt sich aus Indikatoren z.B. zur Entwicklung des Glasfaserausbaus und der Anzahl aktiver FTTH Anschlüsse ableiten, dass sich nach der Ankündigung der Kupfernetzabschaltung tendenziell der Glasfaserausbau beschleunigt sowie die Nachfrage nach Glasfaseranschlüssen erhöht.⁸
- (2) Regulierungsbehörden haben wesentliche Anstöße für den Beginn und den Verlauf der Abschaltprozesse gegeben und haben dem Kupfernetzbetreiber nicht die Initiative überlassen.
- (3) Die Abschaltung erfolgt gebietsweise mit kleineren oder größeren Abschalteneinheiten (Anschlussbereiche, Gemeinden).
- (4) In den Abschaltgebieten werden im Regelfall hohe Anforderungen an die Flächendeckung des oder der Zielnetze der Migration (in der Regel FTTH-Netze) gestellt. Dabei lagen die Anforderungen de facto unter einer hundertprozentigen Abdeckung (direkt oder über Ausnahmeregelungen). Die Versorgungsschwelle bezieht sich i.d.R. auf das jeweilige Abschaltgebiet, so dass die Kupfernetzabschaltung in Gebieten mit einer hohen Glasfaserabdeckung beginnen kann, auch wenn die landesweite Glasfaserabdeckung niedriger ist.
- (5) Der Abschaltprozess vom Beginn der ersten Abschalteneinheiten bis zu den letzten ist langwierig (drei bis fünf und zum Teil auch noch mehr Jahre).
- (6) Für den Abschaltprozess wird in der Regel ein den Abschaltverlauf transparent beschreibender Abschaltplan durch den Incumbent, z.T. auf Basis regulatorischer Vorgaben, erstellt, der dann der regulatorischen Kontrolle unterliegt.
- (7) Die Migration der Kunden im Zuge der Abschaltung des Kupfernetzes erfolgt nicht nur auf Glasfasernetze des Incumbents sondern in vielen Ländern auch auf Glasfasernetze alternativer Betreiber.⁹ Teilweise wurde auch auf FWA migriert, allerdings ist der Anteil von FWA an den Breitbandanschlüssen gering. Auch in Ländern, wie Norwegen, in denen der Incumbent einen Anteil von 40% seiner Kupferkunden (bei einem mittlerweile niedrigen Anteil an Kupferanschlüssen) in

⁶ Vgl. Strube Martins et al. (2025).

⁷ Vgl. Strube Martins et al. (2025).

⁸ Vgl. die Ländersteckbriefe im Anhang von Strube Martins, S. et al. (2025).

⁹ Z.B. in Dänemark, Finnland, Italien, Slowenien, Spanien, Schweden und Frankreich.

4G/5G Mobilfunk oder FWA-Technologien migriert hat, liegt der Anteil von FTTH an Breitbandanschlüssen bei 75%. Hier wurde ein hoher Anteil Kupferkunden auf alternative Glasfasernetze migriert¹⁰

Auch wenn diese Entwicklungen immer auch vor dem jeweiligen nationalen Hintergrund, insbesondere auch der Wettbewerbssituation, gesehen werden müssen, spricht vieles dafür, dass diese Beobachtungen auch für den Abschaltprozess in Deutschland Bedeutung haben können beziehungsweise haben sollten.

10 Vgl. die Ländersteckbriefe im Anhang von Strube Martins et al. (2025).

2 Ziel und Ansatz der modellgestützten Analyse

Die Abschaltentscheidung für ein Kupfernetz ist komplex.¹¹ Auf diese Entscheidung wirken eine Vielzahl von Überlegungen und Parameter ein. Diese betreffen sowohl das Nutzungsverhalten der Kunden als auch die Kosten und Erlöse im Bereich des Kupfernetzes. Die Erfahrungen aus den Abschaltprozessen in anderen Ländern weisen aber auch darauf hin, dass der Abschaltedefad von der weiteren Entwicklung des Glasfaserausbaus abhängt. Wesentlich für den Abschaltedefad in Deutschland wird aber auch sein, wie und in welchem Umfang die TDG ihre Kupferkunden nicht nur auf von ihr selbst gebaute Glasfasernetze, sondern auch auf Glasfasernetze, die von alternativen Anbietern gebaut werden, migriert.

Mit einer Excel-basierten Modellanalyse soll dieser komplexe Gesamtzusammenhang transparent beschrieben werden. Die konsistente Modellanalyse erlaubt es nicht nur, die Einflussfaktoren als solche abzubilden, es wird auch der quantitative Einfluss von Entscheidungsvariablen, die strategisch für die Abschaltentscheidung von Bedeutung sind, deutlich. Ein modellbasierter Ansatz erlaubt es auch, unterschiedliche Szenarien und den Einfluss von Änderungen der Modellparameter abzubilden. Dies ist insofern essentiell, als der Abschaltedefad nicht deterministisch ablaufen, sondern von den Strategien der Marktbeteiligten abhängen wird. Die Modellanalyse erlaubt auch zu erkennen, ob es regulatorische und politische Steuerungsmöglichkeiten für den Abschaltedefad gibt und welchen Einfluss diese gegebenenfalls auf den Abschaltedefad haben können.

Wir gehen bei der Modellanalyse in vier Schritten vor:

- (1) Im ersten Schritt wird das Entscheidungsverhalten des Kupfernetzbetreibers in unterschiedlichen Handlungsszenarien dargestellt und abgeleitet, wann sich die Abschaltung lohnt beziehungsweise wann sie geboten ist. Dabei wird ein gewinnorientiertes Verhalten unterstellt.
- (2) In einem zweiten Schritt wird die weitere Entwicklung des Glasfaserausbaus modelliert und die Nutzung der Glasfasernetze modellmäßig abgebildet.
- (3) In einem dritten Schritt wird aus den Ergebnissen von (1) und (2) ein Abschaltedefad für Deutschland entwickelt.
- (4) In einem vierten Schritt werden wir Handlungsoptionen für Marktteilnehmer sowie für Politik und Regulierung zur Beschleunigung der Abschaltung analysieren.

Das Modell zur Abbildung des Entscheidungsverhaltens des Kupfernetzbetreibers ist komparativ-statisch aufgebaut. Das heißt, die Zeitdimension wird nicht explizit berücksichtigt, sondern indirekt über die Betrachtung unterschiedlicher

¹¹ Vgl. z.B. Neumann et al. (2022).; Strube Martins, S.; Schwarz-Schilling, C. (2022). und Strube Martins et al. (2024).

Auslastungsgrade des Kupfer- bzw. des Glasfasernetzes erfasst. Diese Auslastung wird kontinuierlich, modellhaft abgebildet in diskreten Schritten, variiert, um den Einfluss auf den erzielbaren Gewinn, abgebildet über das EBT als Entscheidungsgröße darzustellen.

Mit diesem Modellansatz kann und sollen Antworten zu folgenden Fragen entwickelt werden:

- Bei welchem Beschaltungsgrad eines Anschlussbereichs lohnt sich aus Profitabilitätsgründen die Abschaltung des Kupfernetzes?
- Wie stellt sich die Abschaltungsentscheidung in Abhängigkeit der geographischen Charakteristika der Anschlussbereiche dar?
- Was sind die wichtigsten Treiber für die Abschalteentscheidung?
- Wie stellt sich die Abschalteentscheidung dar, wenn die TDG die Kunden auf ein eigenes Glasfasernetz migriert?
- Welchen Einfluss hat der Wettbewerb auf dem Glasfasernetz?
- Wie wirkt sich die Nachfrage nach (höheren) Bandbreiten und generell die Preisentwicklung aus?
- Wie stellt sich die Abschalteentscheidung dar, wenn die TDG ihre Kunden auf das Glasfasernetz eines Wettbewerbers migriert?
- Welchen Einfluss hat der Einkauf der Vorleistungsprodukte? Ergeben sich unterschiedliche Effekte, wenn ein aktives Produkt (Bitstrom) oder ein passives Produkt (Glasfaser-TAL) eingekauft wird?
- Welchen Einfluss haben die Vorleistungspreise für Produkte, die über Glasfaser realisiert werden?

Das Marktmodell zur weiteren Entwicklung des Glasfaserausbaus und der Glasfasernutzung soll folgende Fragen adressieren:

- Wann ist bei bestimmten jährlichen Ausbauraten der Vollausbau mit FTTH erreicht?
- Welchen Einfluss hat der Doppelausbau auf das Erreichen des flächendeckenden Ausbaus?
- Wie entwickelt sich die Anzahl der FTTH-Kunden über die Zeit?
- Wie verteilen sich die Kunden auf Glasfasernetze der TDG und auf die Netze alternativer Betreiber?
- Wie entwickelt sich die Nachfrage nach Breitbanddiensten auf dem Kupfernetz?

Hinsichtlich des Abschaltspfads sollen modellhaft folgende Fragestellungen beleuchtet werden:

- Wann sind die für die Abschaltung kritischen Auslastungsgrade erreicht?
- Gibt es zeitliche Unterschiede nach geographischer Struktur der Anschlussbereiche?
- Wann kann man den Beginn und das Ende des Abschaltprozesses erwarten?
- Welchen Einfluss auf den Abschaltedefad hat der Vorleistungsbezug der TDG auf alternativen Glasfasernetzen?
- Wie kann man den Abschaltedefad beschleunigen?

3 Betrachtete Szenarien und ihre Ergebnisse

3.1 Übersicht über die betrachteten Szenarien

Es werden insgesamt drei Hauptszenarien betrachtet:

Szenario 1: Weiterbetrieb des Kupfernetzes bis zur Profitabilitätsgrenze ohne Migration

In Szenario 1 baut ein alternativer Wettbewerber ein Glasfasernetz innerhalb des Kupfer-Footprints der Telekom Deutschland GmbH (TDG) aus. Die TDG betreibt ihr Kupfernetz so lange weiter, bis dies unrentabel wird und migriert keine Kunden auf das Glasfasernetz des Wettbewerbers.

Über die Modellierung soll die Frage beantwortet werden, ab welchem Auslastungsgrad der Betrieb des Kupfernetzes bei sinkenden Kundenzahlen unprofitabel bzw. ein negatives EBT erzielt wird und damit aus betriebswirtschaftlicher Sicht eine Abschaltung geboten wäre.

Szenario 2: Eigenausbau eines Glasfasernetzes durch die TDG

In Szenario 2 wird unterstellt, dass die TDG in ihrem Kupfer-Footprint ein eigenes Glasfasernetz ausbaut und ihre gesamten Kunden auf das eigene Glasfasernetz migriert. Ein Parallelbetrieb von Kupfer- und Glasfasernetz, der in der Realität zu erwarten ist, findet im Modell nicht statt. Diese Annahme ergibt sich aus unserem komparativ-statischen Modellansatz. Diese Modellbetrachtungsweise erlaubt es uns jedoch zu identifizieren, ab wann mit dem Betrieb des Glasfasernetzes bei gleichem Auslastungsgrad ein höherer EBT-Beitrag als im Kupfernetz erwirtschaftet wird. Für diesen Auslastungsgrad steht zu erwarten, dass das Kupfernetz zwar noch nicht abgeschaltet, aber die Kunden forciert auf das Glasfasernetz migriert werden. Ein Ausbau durch einen weiteren (alternativen) Glasfasernetzbetreiber erfolgt in diesem Gebiet nicht. Modellhaft wird angenommen, dass die TDG ihre Wholesale-Kunden ausschließlich über den Verkauf von FTTH L2 BSA Vorleistungen bedient.

Über die durchgeführte Modellierung zu Szenario 2 soll die Frage beantwortet werden, bei welcher Auslastung auf dem Kupfernetz / Glasfasernetz der TDG das EBT des Glasfasernetzbetriebs das EBT des Kupfernetzes übersteigt und eine Abschaltung des Kupfernetzes aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll wäre.

Szenario 3: Wholebuy auf dem Glasfasernetz eines Wettbewerbers

Wie schon in Szenario 1 baut im Rahmen von Szenario 3 ein alternativer Wettbewerber ein Glasfasernetz innerhalb des Kupfer-Footprints der TDG aus. Im Unterschied zu Szenario 1 schaltet die TDG in Szenario 3 ihr Kupfernetz ab und migriert ihre Kunden auf

das Glasfasernetz des Wettbewerbers. Ein Parallelbetrieb von Kupfer- und Glasfasernetz findet nicht statt. Diese Modellbetrachtungsweise erlaubt es uns zu identifizieren, ab wann mit dem Vorleistungsbezug auf einem Glasfasernetz eines Wettbewerbers bei gleichem Auslastungsgrad bzw. Marktanteil der TDG ein höherer EBT-Beitrag als im Kupfernetz erwirtschaftet wird. Für diesen Auslastungsgrad steht wiederum zu erwarten, dass das Kupfernetz zwar noch nicht abgeschaltet, aber die Kunden forciert auf das Glasfasernetz des Wettbewerbers migriert werden. Zur Bedienung ihrer Kunden kauft die TDG Vorleistungen bei dem alternativen Glasfasernetzbetreiber ein (Wholebuy). Je nach Ausgestaltung des Vorleistungsbezugs wird zwischen drei Unterszenarien unterschieden:

- (1) In **Szenario 3a** kauft die TDG FTTH L2 BSA als Vorleistung ein. Hierüber bedient sie ausschließlich ihre Retail-Kunden. Ein Weiterverkauf von FTTH L2 BSA an die Vorleistungsnachfrager findet nicht statt, d. h. Wholesale-Kunden werden von der TDG nicht mehr bedient.
- (2) In **Szenario 3b** kauft die TDG ebenfalls FTTH L2 BSA als Vorleistung ein. Hierüber bedient sie in diesem Szenario sowohl ihre Retail-Kunden als auch ihre Wholesale-Kunden.
- (3) In **Szenario 3c** bezieht die TDG als Vorleistungsprodukt ausschließlich eine FTTH TAL. Dabei wird unterstellt, dass diese am MPoP übergeben wird. Ihre Wholesale-Kunden bedient die TDG ausschließlich über FTTH L2 BSA Vorleistungen.

Die Berechnungen zu den Szenarien 3a bis 3c sollen die Frage beantworten, bei welcher Auslastung auf dem Kupfernetz bzw. welchem Marktanteil der TDG auf dem Glasfasernetz des Wettbewerbers der Gewinn (das EBT) im Rahmen einer Wholebuy-Strategie höher ist als bei einem Weiterbetrieb des Kupfernetzes ohne Migration. Die Tabelle 3-1 gibt noch einmal einen Überblick über die betrachteten Szenarien.

Tabelle 3-1: Übersicht über betrachtete Szenarien

Szenario 1: Weiterbetrieb Kupfernetz ohne Migration auf das alternative Glasfasernetz
Szenario 2: Die TDG baut ein eigenes Glasfasernetz
Szenario 3: Ein alternativer Wettbewerber baut ein Glasfasernetz auf
3a: Wholebuy – FTTH L2 BSA <u>ohne</u> Weiterverkauf von FTTH L2 BSA
3b: Wholebuy – FTTH L2 BSA <u>mit</u> Weiterverkauf von FTTH L2 BSA
3c: Wholebuy – FTTH TAL

Quelle: WIK

3.2 Drei verschiedene Gebiete

Die Berechnungen werden für drei unterschiedlich große Ausbaugebiete vorgenommen. Die Unterscheidung nach Größe erfolgt anhand der Anzahl der Wohneinheiten (WE), die von einem MPoP versorgt werden. Sie sollen damit gleichzeitig jeweils räumlich charakteristische Gebiete repräsentieren.

Im Rahmen der Modellrechnung werden folgende Gebiete betrachtet:

- Ländliche Gebiete: 1.000 Wohneinheiten
- Mittelstädtische Gebiete: 3.000 Wohneinheiten
- Städtische Gebiete: 11.000 Wohneinheiten

Als Ausgangsbasis wird angenommen, dass es sich hierbei jeweils um ein Gebiet handelt, in dem kein alternatives HFC-Netz vorhanden ist und die Ausgangsauslastung der TDG auf ihrem Kupfernetz bei 100% liegt. Dies hat aber insofern keinen Einfluss auf die später gezeigten Ergebnisse, da diese sowieso eine schrittweise Reduktion der Auslastung des Kupfernetzes abbilden. Mit dieser Annahme wird daher nur der Startpunkt der Betrachtung beschrieben. In Anschlussbereichen mit einem HFC-Netz würde sich dieser Startpunkt entsprechend auf einen niedrigeren Auslastungsgrad verschieben.

3.3 Szenario 1: Abschaltung ohne Migration

3.3.1 Annahmen Szenario 1

In Szenario 1 wird modellhaft zunächst angenommen, dass im Rahmen der Vorvermarktung des alternativen Glasfasernetzbetreibers 30% der Kupfernetz-Kunden der TDG auf das neue Glasfasernetz wechseln und der TDG als Kunden verloren gehen. Die Auslastung der TDG auf dem Kupfernetz reduziert sich damit von 100% auf 70%.

Des Weiteren wird unterstellt, dass die skizzierte Abwanderung der Kunden proportional zum jeweiligen Anteil der Bandbreiten sowie zur Ausgangsverteilung zwischen Retail- und Wholesalekunden auf dem Kupfernetz erfolgt.

Folgende Modellinputs werden den Berechnungen zu Szenario 1 zugrunde gelegt:

Verteilung Retail- und Wholesale Kunden auf dem Kupfernetz

Die Verteilung von Retail- und Wholesale-Kunden auf dem Kupfernetz der TDG erfolgt basierend auf Zahlen der Bundesnetzagentur (BNetzA) gemäß ihrem Jahresbericht

2023.¹² Darüber hinaus wird angenommen, dass die Verteilung zwischen Retail-Kunden (57%) und Wholesale-Kunden (43%) für alle Auslastungsgrade konstant bleibt.

Retail- und Wholesale-ARPU Kupfer¹³

Die Erlöse auf dem Kupfernetz werden nach dem ARPU-Konzept (Average Revenue Per User) bestimmt, getrennt nach Retail- und Wholesalekunden.

Die Verteilung nach Bandbreiten auf dem Kupfernetz der TDG erfolgt ebenfalls basierend auf den Zahlen der Bundesnetzagentur (BNetzA) in ihrem Jahresbericht 2023 sowie einer WIK-Schätzung.¹⁴

Basierend auf der unterstellten Bandbreitenverteilung und den aktuellen Listenpreisen der TDG¹⁵ ergibt sich ein Retail-ARPU von 38,14 €. Einmalige Rabatte, Bereitstellungsgebühren und Rabatte auf die Grundgebühr während der ersten 6 Monate der Laufzeit werden nicht berücksichtigt, da wir auf mittelfristig geltende Zusammenhänge abstellen.

Die Berechnung des Wholesale-ARPU erfolgt basierend auf der gleichen Bandbreitenverteilung wie zur Bestimmung des Retail-ARPU sowie den Wholesale-Preisen der TDG.¹⁶ Für Verträge unter dem Commitment Modell werden jährliche Upfront Zahlungen berücksichtigt. Auf dieser Basis bestimmt sich ein Wholesale-ARPU in Höhe von 17,39 €.

Aufgrund der angenommenen konstanten Verteilung nach Bandbreiten und Kunden (Verhältnis Retail- zu Wholesale-Kunden) für alle Auslastungsgrade ergibt sich entsprechend ein konstanter Retail- und Wholesale-ARPU auf dem Kupfernetz.

OPEX und Gemeinkosten

Betriebs- und Gemeinkosten sind in fixe und variable Kosten aufzuteilen. Erstere sind unabhängig von der Auslastung des Kupfernetzes. Letztere sind dagegen proportional zur Auslastung. Die Aufteilung der Kosten in fixe und variable OPEX und Gemeinkosten für den Kupfernetzbetrieb wird auf Basis von Informationen aus Entscheidungen der BNetzA¹⁷ und der griechischen Regulierungsbehörde EETT (2020)¹⁸ berechnet. Dabei wird unterstellt, dass in den zugrunde gelegten Kosten ein

¹² Vgl. Bundesnetzagentur (2024b), S. 13;

¹³ Alle Angaben zu ARPUs, OPEX, Gemeinkosten, Zusatzkosten, Zinsen, Abschreibungen und Einkaufspreisen sind Angaben pro Monat.

¹⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2024b), S. 14.

¹⁵ Stand 16.01.2025, zuletzt abgerufen am 20.03.2024, <https://www.telekom.de/shop/tarife/internet-tarife>.

¹⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2020): Verfahren BK3-20-106 Einheitliche Informationsstelle Entgeltregulierung Zugang zu öffentlichen Breitband-IP-Netzen.

¹⁷ Vgl. Bundesnetzagentur (2017): Beschluss BK3c-17/039.; vgl. Bundesnetzagentur (2021): Beschluss BK3h-21/010, S. 61.

¹⁸ Vgl. EETT (2020). Von der Bundesnetzagentur liegen keine vergleichbaren veröffentlichten Kostenstrukturinformationen vor.

Gemeinkostenkostenaufschlag in Höhe von 13,24% auf die OPEX und CAPEX enthalten ist, wie ihn auch die BNetzA annimmt.¹⁹

Die so abgeleiteten Kosten werden für die Berechnung für das mittelstädtische Gebiet zugrunde gelegt. Damit ergeben sich für das mittelstädtische Gebiet monatliche fixe OPEX je Wohneinheit (WE) in Höhe von 1,41 € und variable OPEX je Kunde (Wholesale- und Retail-Kunden) von 0,35 €. Bei der Berechnung der fixen Gemeinkosten ergibt sich ein Betrag in Höhe von 2,06 €. Hinzu kommen variable Gemeinkosten je Kunde von 0,15 €. Für das städtische und ländliche Gebiet wird gemäß WIK Schätzung mit einem Abschlag von -10% bzw. Aufschlag von 20% auf die OPEX und Gemeinkosten gerechnet.

Für die Bedienung der Retail-Kunden werden darüber hinaus Zusatzkosten in Höhe von 6,20 €²⁰ sowie Gemeinkosten in Höhe von 1,09 € pro Kunde und Monat angesetzt.²¹ Diese Kostensätze wurden von der Bundesnetzagentur für die ERT-Berechnung ermittelt.

Bereitstellungsentgelte werden als durchlaufende Posten behandelt und daher weder umsatzseitig noch kostenseitig berücksichtigt.

Abschreibungen und Zinsen

Es wird unterstellt, dass für das Entscheidungskalkül, wann bzw. ab welcher Auslastung eine Abschaltung des Kupfernetzes aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist, ausschließlich die Short Run Incremental Costs (SRIC) die relevante Kostengröße darstellen. Dies gilt auch für den Fall, dass noch nicht alle Investitionen in das Kupfernetz abgeschrieben sein sollten. Insofern gehen Abschreibungen und Zinsen nicht in die Berechnungen mit ein. Die entscheidungsrelevanten Kosten des Kupfernetzes sind ausschließlich Betriebs- und Gemeinkosten. Dies gilt sowohl für das Anschlussnetz als auch für das Backhaul- und Backbone-Netz.

In Tabelle 3-2 sind die für die Berechnungen zu Szenario 1 verwendeten Modellinputs noch einmal überblicksartig dargestellt.

¹⁹ Siehe dazu z. B. WIK-Consult (2025), Anhang 2, Seite 11.

²⁰ Hierzu gehören insbesondere Kosten für „Kundenakquisition, Kundenservice, Störungsannahme, Billing, Forderungsausfälle und einen etwaigen Widerruf durch Endkunden“, siehe Bundesnetzagentur (2021): Beschluss BK3h-21/010, S. 56.

²¹ Basierend auf Bundesnetzagentur (2021): Beschluss BK3h-21/010, S. 61.

Tabelle 3-2: Übersicht Modellinputs – Szenario 1

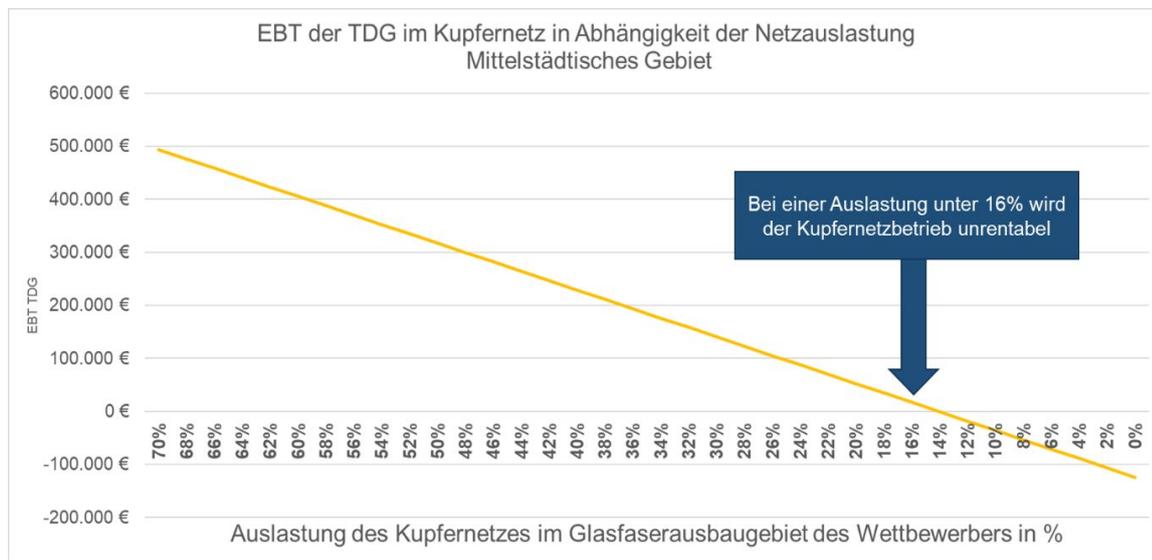
	Ländlich	Mittelstädtisch	Städtisch
Anteil Retail-Kunden	57%		
Anteil Wholesale-Kunden	43%		
Retail-ARPU xDSL:	38,14 €		
Wholesale-ARPU xDSL L2BSA:	17,39 €		
OPEX fix (alle WE):	1,69 €	1,41 €	1,27 €
OPEX variabel (Wholesale- und Retail-Kunden)	0,42 €	0,35 €	0,32 €
Gemeinkosten fix (alle WE):	2,47 €	2,06 €	1,85 €
Gemeinkosten variabel (Wholesale- und Retail-Kunden):	0,18 €	0,15 €	0,13 €
Gemeinkosten variabel (Retail-Kunden):	1,09 €		
Zusatzkosten variabel (Retail-Kunden):	6,26 €		
Abschreibungen und Zinsen:	0,00 €		

Quelle: WIK

3.3.2 Ergebnisse Szenario 1

Die Abbildung 3-1 gibt das Ergebnis der Profitabilitätsrechnung beispielhaft für das mittelstädtische Gebiet wieder. Sinkt die Auslastung auf dem Kupfernetz unter 16%, wird der Kupfernetzbetrieb unprofitabel, d. h. das erzielte EBT wird negativ. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist es sinnvoll, das Kupfernetz spätestens dann abzuschalten, wenn die Auslastung unter diesen kritischen Wert absinkt, da ab hier mit dem Weiterbetrieb Verluste erwirtschaftet werden. Aufgrund der höheren Kosten verschiebt sich die Profitabilitätsgrenze in ländlichen Gebieten um 2%-Punkte nach oben, d. h. ein Weiterbetrieb wird bereits bei einer Auslastung unter 18% unprofitabel. In städtischen Gebieten geht der Effekt aufgrund der geringeren Kosten in die andere Richtung. Die Profitabilitätsgrenze liegt hier erst bei einer Auslastung von 14%. Die Abschaltung des Kupfernetzes wird aus rein betriebswirtschaftlicher Perspektive in ländlichen Gebieten daher bereits früher erfolgen als in (mittel-)städtischen Gebieten und in städtischen Gebieten später.

Abbildung 3-1: Ergebnis Szenario 1 – Mittelstädtisches Gebiet



Quelle: WIK Berechnungen

3.3.3 Sensitivitäten

Die abgeleiteten Ergebnisse stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit den gewählten Modellparametern. Daher ist es von Bedeutung, die Reaktion der Modellergebnisse auf Änderungen bei den Annahmen zu betrachten.

Wir haben konstante Kosten über die Zeit angenommen. Es gibt jedoch gute Gründe anzunehmen, dass die Betriebskosten des Kupfernetzes mit der Zeit zunehmen, zum Beispiel dadurch, dass Ersatzbeschaffungen immer teurer werden. Steigen die Kosten an, wird der Betrieb des Kupfernetzes c.p. bereits bei höheren als den hier errechneten Auslastungsgraden unprofitabel. Dies gilt für alle Gebiete.

Ein vergleichbarer Effekt entsteht, wenn die Retail- und Wholesalepreise für auf dem Kupfernetz abgesetzte Produkte im Zeitablauf sinken. Auch dann sinken die erzielbaren Gewinne und es wird c.p. bei höheren Auslastungsgraden betriebswirtschaftlich sinnvoll, das Kupfernetz abzuschalten. In die gleiche Richtung wirkt die Berücksichtigung von reinen Telefonieanschlüssen auf dem Kupfernetz (ca. 4-6% der Anschlüsse)²² sowie der Kupfer-TAL (1,3 Mio. Anschlüsse)²³ als Vorleistungsprodukt. Beide Aspekte führen zu niedrigeren ARPU gegenüber den hier betrachteten Anschlusstypen.

²² Erfahrungswerte aus den Pilotprojekten.

²³ Vgl. Bundesnetzagentur (2025a), S. 15.

3.4 Szenario 2: Migration auf ein eigenes Glasfasernetz

3.4.1 Annahmen Szenario 2

In Szenario 2 wird unterstellt, dass die TDG innerhalb ihres Kupfer-Footprints ein eigenes Glasfasernetz ausbaut und ihre gesamten Kunden auf das eigene Glasfasernetz migriert.

Verteilung Retail- und Wholesale-Kunden

Dabei wird davon ausgegangen, dass sich das Verhältnis zwischen Retail- und Wholesale-Kunden auf dem neuen Glasfasernetz im Vergleich zur Ausgangslage im Kupfernetz zugunsten der Retail-Kunden ändert, da die TDG aufgrund der höheren Marge bei Retail-Kunden einen hohen Anreiz hat, beim Ausbau eines eigenen neuen Netzes aktuelle Wholesale-Endkunden auf dem Kupfernetz als Retail-Kunden auf dem Glasfasernetz zu gewinnen. Ein wachsender Anteil von Retail-Kunden auf dem eigenen Glasfasernetz der TDG entspricht auch dem, was Branchenexperten aus entsprechenden Ausbauprojekten der TDG berichten.²⁴ Diese Annahme beschreibt gleichzeitig die Wettbewerbsverhältnisse auf dem Glasfasernetz. Aktuell werden nur circa 5% der Glasfaseranschlüsse auf dem Netz der TDG von Wettbewerbern vermarktet.²⁵ Mit der hier getroffenen Annahme unterstellen wir einen deutlichen Anstieg und damit auch einen (etwas) intensiveren Wettbewerb auf dem Glasfasernetz der TDG als er heute zu beobachten ist.

Retail- und Wholesale-ARPU

Für die unterstellte Bandbreitenverteilung der Kunden der TDG auf dem eigenen Glasfasernetz wird die Verteilung gemäß den derzeit aktuell verfügbaren Zahlen von Dialog Consult/ VATM (2024)²⁶ für Ende Juni 2024 zugrunde gelegt.²⁷ Basierend auf dieser Verteilung und den Listenpreisen der TDG Stand Januar 2025 (ohne Berücksichtigung von Rabatten, Bereitstellung und möglichen Gebühren für den Hausanschluss) ergibt sich ein Retail-ARPU für FTTH in Höhe von 45,31 €.²⁸

Die Berechnung des Wholesale-ARPU für FTTH L2 BSA erfolgt auf Basis der gleichen Bandbreitenverteilung wie für die Retail-Kunden und der Überlassungspreise der TDG für „FB-Übergabeanschluss am Ethernet-Node (FB-EN)“ bzw. Überlassung „FB-Access

²⁴ Für das neue Glasfasernetz wird eine Verteilung zwischen Retail- und Wholesale-Kunden von 78,5% zu 21,5% vs. 57% zu 43% auf dem Kupfernetz unterstellt. Dies entspricht einer Umwandlung von 50% der Wholesale-Endkunden im Kupfernetz in Retail-Kunden auf dem Glasfasernetz.

²⁵ Vgl. Dialog Consult / VATM (2025), S. 23.

²⁶ Vgl. Dialog Consult / VATM (2024), S. 19.

²⁷ Weniger als 250 Mbit/s: 43,1%, 250 bis unter 500 Mbit/s: 22,4%, 500 Mbit/s bis unter 1 Gbit/s: 7,8%, 1 bis unter 2,5 Gbit/s: 26,7%.

²⁸ Glasfaser 150 Mbit/s: 44,95 €; Glasfaser 300 Mbit/s: 49,95 €; Glasfaser 600 Mbit/s: 59,95 €, Glasfaser 1.000 Mbit/s: 69,95 €, siehe <https://www.telekom.de/shop/tarife/internet-tarife>, (abgerufen am 16.01.2024).

FTTH“.²⁹ Zusätzlich wird das Infrastrukturentgelt berücksichtigt sowie für Verträge, die im Commitment Modell geschlossen werden, jährliche Upfront Zahlungen. Für das ländliche und mittelstädtische Gebiet wird auf die Preise der TDG in kleinen Ortsnetzen zurückgegriffen. Für das städtische Gebiet werden die Preise in großen Ortsnetzen hinterlegt. Auf Basis der Berechnungen ergibt sich ein Wholesale-ARPU in Höhe von 34,03 € für das ländliche und mittelstädtische Gebiet sowie 28,03 € für das städtische Gebiet.

Invests

Für den Ausbau eines neuen Glasfasernetzes bis zur Abzweigmuffe auf der Straße (Home Passed) wird auf Basis einer WIK-Schätzung je WE ein Invest in Höhe von 2.000 € / 1.500 € / 1.000 € für das ländliche / mittelstädtische und städtische Gebiet unterstellt. Annahme gemäß erfolgt ein jeweils flächendeckender Ausbau von 100% der Homes Passed, um im Rahmen der Modellierung alle Kupferkunden auf das neue Glasfasernetz migrieren zu können.

Für den Ausbau der Hausanschlüsse wird den Berechnungen ein Invest in Höhe von 600 € je angeschlossenen Gebäude zugrunde gelegt und für den Ausbau der hausinternen Infrastruktur ein Invest von 300 € je angeschlossener Wohneinheit (WE). In Bezug auf den Ausbau der Hausanschlüsse und der hausinternen Infrastruktur wird ein nachfragegetriebener Ausbau unterstellt.

Für die Berechnung der zu tätigen Gesamtinvests für den Hausanschluss und die hausinterne Verkabelung in mittelstädtischen Gebieten werden die Zahlen von Destatis³⁰ zur bundesweiten Verteilung der WE auf Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser zugrunde gelegt.

Aus den Destatis Zahlen wird errechnet, dass sich bundesweit 54% aller WE³¹ in Mehrfamilienhäusern (MFH) befinden. Die durchschnittliche Anzahl an WE pro Gebäude beträgt 6,88 WE.

46% aller WE befinden sich in Einfamilienhäusern (EFH), davon 67% in EFH mit 1 WE und 33% in EFH mit 2 WE. Daraus ergibt sich, dass sich 31% aller WE in EFH mit 1 WE und 15% aller WE in EFH mit 2 WE befinden.

Diese Verteilung wird für die Berechnung der Invests für das mittelstädtische Gebiet hinterlegt. Es ergibt sich für dieses Gebiet eine Anzahl von insgesamt 1.391 Gebäuden und ein durchschnittliches Invest für den Hausanschluss von 278 € je WE, die abgeschlossen wird.

²⁹ Vgl. TDG (2022), S. 6 f. und S. 2.

³⁰ Vgl. Destatis (o. J.).

³¹ Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf Wohneinheiten in Privatwohnungen und Wohnheimen.

In dem mittelständischen Gebiet befinden sich insgesamt 1.617 WE in MFH. Unter Zugrundelegung eines Invests in Höhe von 300 € für die hausinterne Infrastruktur pro angeschlossener WE in MFH ergibt sich für das mittelstädtische Gebiet ein durchschnittliches Invest in Höhe von 162 € pro angeschlossener WE für die hausinterne Infrastruktur.

Für die Berechnung der Invests für das ländliche Gebiet werden der Anteil der WE in MFH von 54% auf 15% und die durchschnittliche Anzahl an WE pro MFH von 6,88 WE auf 5,0 WE herabgesetzt. Entsprechend ergibt sich je angeschlossener WE in dem ländlichen Gebiet ein durchschnittliches Invest von 444 € für den Hausanschluss und von 45 € für die hausinterne Infrastruktur.

Für die Berechnung der Invests für das städtische Gebiet werden der Anteil der WE in MFH von 54% auf 80% und die durchschnittliche Anzahl an WE pro MFH von 6,88 WE auf 10,0 WE hochgesetzt. Entsprechend ergibt sich je angeschlossener WE in dem städtischen Gebiet ein durchschnittliches Invest je WE von 148 € für den Hausanschluss und 240 € für die hausinterne Infrastruktur.

Zinsen und Abschreibungen

Aus den so berechneten Invests werden unter Zugrundelegung einer Abschreibungsdauer von 38 Jahren³² und einem WACC von 5,29%³³ über die Annuitätenformel die CAPEX fix und variabel berechnet. Die Abschreibungen und Zinsen für die verschiedenen Gebiete sind Tabelle 3-3 zu entnehmen.

³² Entspricht dem gewichteten Mittel (gewichtet nach Investitionsvolumen des Anschlussnetzes) aus 40 Jahren für die Trasse und 20 Jahre für Kabel. Gewichtung für Kabel und Gräben auf Basis von: EETT (2020).

³³ Entspricht dem regulierten WACC plus VHCN Zuschlag, vgl. WIK-Consult (2025), S. 100, regulierte WACC + VHCN Zuschlag.

OPEX und Gemeinkosten

Auf Basis des Kostenmodells der EETT (2020)³⁴ wird der Anteil der CAPEX an der Summe aus CAPEX und OPEX sowie der Anteil an fixen und variablen OPEX abgeleitet. Die Gemeinkosten wurden über einen Aufschlag in Höhe von 13,24%³⁵ auf die Summe aus CAPEX + OPEX berechnet. In der Tabelle 3-3 sind die für die Berechnungen zu Szenario 2 verwendeten Modellinputs noch einmal überblicksartig dargestellt.

Tabelle 3-3: Übersicht Modellinputs – Szenario 2

	Ländlich	Mittelstädtisch	Städtisch
Anteil Retail-Kunden	78,5%		
Anteil Wholesale-Kunden	21,5%		
Retail-ARPU FTTH:	45,31 €		
Wholesale-ARPU FTTH L2 BSA:	34,03 €		28,03 €
OPEX fix (alle WE):	0,96 €	0,77 €	0,62 €
OPEX variabel (Wholesale- und Retail-Kunden)	0,13 €	0,10 €	0,07 €
Gemeinkosten fix (alle WE):	1,99 €	1,54 €	1,14 €
Gemeinkosten variabel (Wholesale- und Retail-Kunden):	0,35 €	0,31 €	0,27 €
Gemeinkosten variabel (Retail-Kunden):	1,09 €		
Zusatzkosten variabel (Retail-Kunden):	6,26 €		
Ø Invest Homes Passed je WE	2.000 €	1.500 €	1.000 €
Invest Hausanschluss pro Gebäude	600 €		
Ø Invest Hausanschluss je WE*	444 €	278 €	148 €
Invest hausinterne Infrastruktur je angeschlossener WE	300 €		
Ø Invest hausinterne Infrastruktur je WE*	45 €	162 €	240 €
WACC (FTTH TAL)	5,29%		
Abschreibedauer in Jahren (FTTH TAL)	38		
Abschreibungen und Zinsen (FTTH TAL) fix je WE	10,26 €	7,70 €	5,13 €
Abschreibungen und Zinsen (FTTH TAL) variabel	2,51 €	2,26 €	1,99 €

* nur relevant für Homes Activated

Quelle: WIK

³⁴ Vgl. EETT (2020).

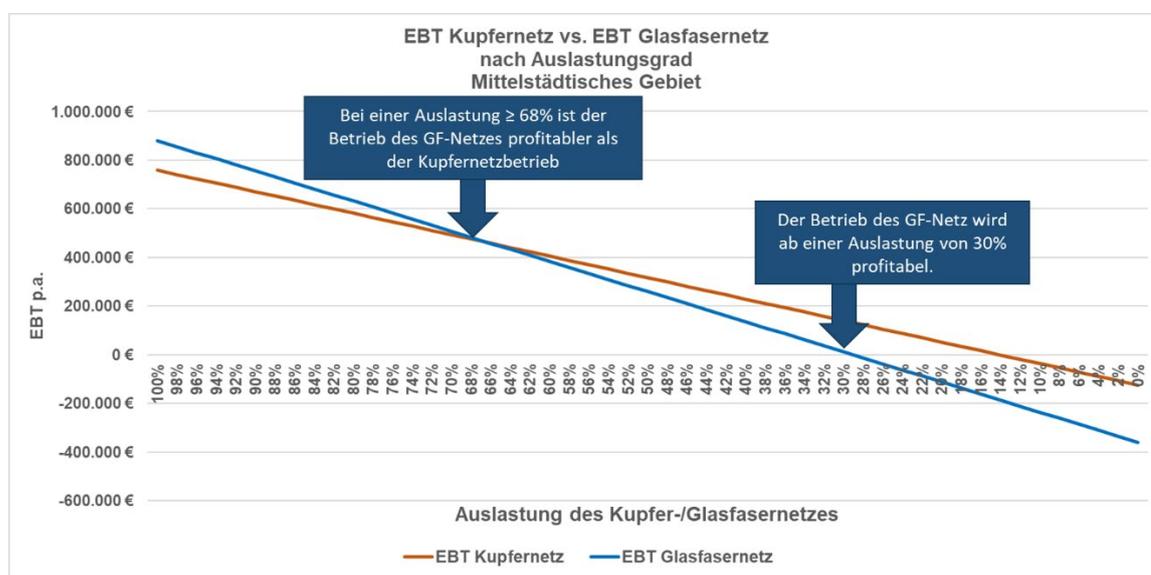
³⁵ Siehe dazu z. B. WIK-Consult (2025), Anhang 2, Seite 11.

3.4.2 Ergebnisse Szenario 2

Die folgende Abbildung 3-2 zeigt exemplarisch die Modellierungsergebnisse für Szenario 2 in dem mittelstädtischen Gebiet.

Auf dem Glasfasernetz muss hier eine Auslastung von mindestens 30% erreicht werden, um ein positives EBT zu erzielen. Im städtischen Gebiet ist die Profitabilitätsgrenze aufgrund der niedrigeren Kosten bereits bei einer Auslastung von 22% erreicht, im ländlichen Gebiet aufgrund der höheren Kosten dagegen erst bei 40%.

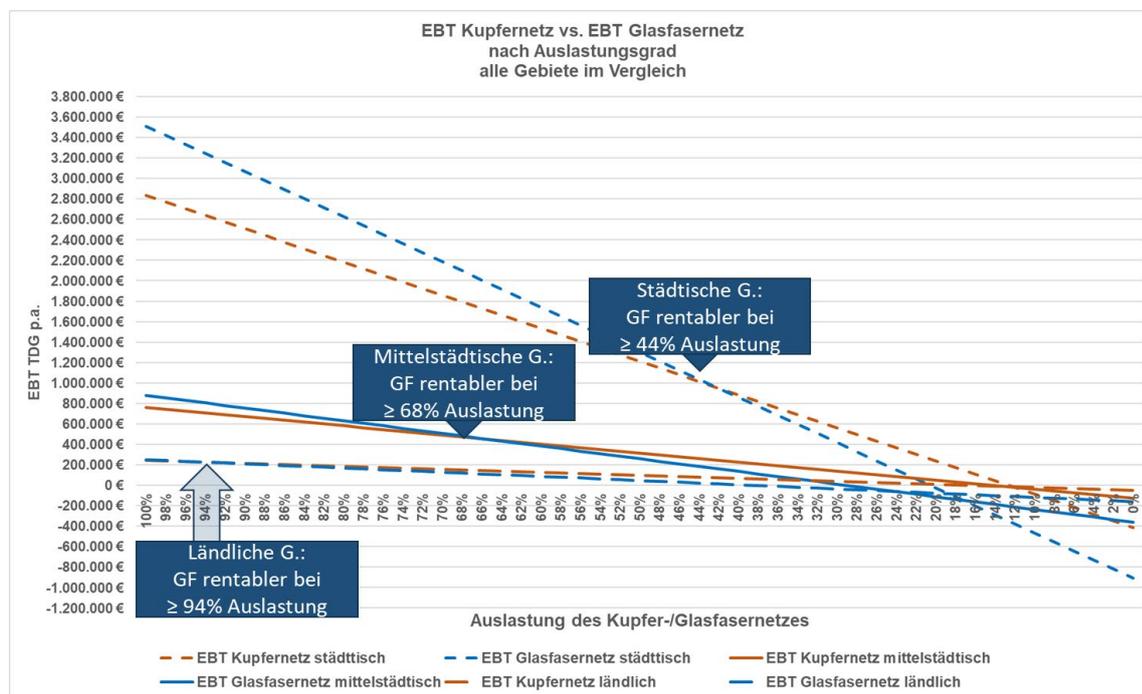
Abbildung 3-2: Ergebnis Szenario 2 – Mittelstädtisches Gebiet



Quelle: WIK

Je nach Gebiet wird ein Eigenausbau durch die TDG erst ab Erreichen einer bestimmten kritischen Auslastung auf dem Glasfasernetz profitabler als der Kupfernetzbetrieb. Während im städtischen Gebiet dieser Punkt bereits bei 44% Auslastung erreicht ist, muss im mittelstädtischen und ländlichen Gebiet eine Auslastung von 68% bzw. 94% erreicht werden (siehe Abbildung 3-3). Insbesondere in vielen ländlichen Gebieten, in denen eine entsprechende Auslastung auf dem Glasfasernetz nicht oder kaum erreichbar ist, wird die Abschaltung des Kupfernetzes daher nicht durch die Auslastung des Glasfasernetzes, sondern durch die Profitabilität des Kupfernetzes selbst bestimmt. Des Weiteren stellt sich bei unrealistisch hohen Auslastungsgraden für das Glasfasernetz die Frage ihrer Profitabilität grundsätzlich. Ein gewinnorientierter Anbieter würde nur bei Erhalt von öffentlicher Förderung hier investieren.

Abbildung 3-3: Ergebnisse Szenario 2 – Alle Gebiete im Vergleich



Quelle: WIK

3.4.3 Sensitivitäten

Die Wirkungszusammenhänge im Szenario 2 sind komplexer als in Szenario 1. Hier haben nicht nur die Parameter des Kupfernetzbetriebs, sondern auch die Parameter des Glasfasernetzbetriebs Einfluss.

Bereits die differenzierten Investitionskosten in den betrachteten Gebieten weisen auf die Wirkung höherer oder niedrigerer Investitionskosten hin. Mit steigenden Investitionen pro Anschluss verschiebt sich der jeweilige Schnittpunkt der beiden Gewinnkurven (siehe Abbildung 3-3) nach links. D.h. es muss ein höherer Take-up im Glasfasernetz erreicht werden, bevor hier höhere Gewinne als im Kupfernetz erwirtschaftet werden. Entsprechend später wird die Abschaltung des Kupfernetzes angegangen. Eine umgekehrte Wirkungsrichtung ergibt sich bei Investitionskosten, die unterhalb der hier angenommenen liegen.

Wir haben eine vollständige Erschließung des jeweils betrachteten Gebiets angenommen. Gibt man diese Annahme auf und unterstellt einen Ausbaugrad von weniger als 100%, wirkt sich dies entsprechend wie eine oben beschriebene Senkung der Investitionskosten aus. Eine reduzierte Flächendeckung senkt die Investitionskosten in zweierlei Hinsicht. Erstens entfallen (Fix-)Kosten des Netzausbaus. Zweitens sinken die Kosten der HP, die erschlossen werden, wenn - wie anzunehmen ist - die Anschlüsse mit den höchsten Investitionskosten nicht erschlossen werden. D.h. bei reduzierter

Flächendeckung wird das Glasfasernetz bei niedrigeren Auslastungsgraden rentabel und profitabler als das Kupfernetz und entsprechend früher ist die Abschaltung zu erwarten.

Auch die Einbeziehung der Förderung wirkt wie einer Senkung der Investitionskosten im geförderten Gebiet. Der Schnittpunkt der Gewinnkurven von Glasfaser- und Kupfernetz verschiebt sich bei Förderung nach rechts. Die Abschaltung wird bei höheren Auslastungsgraden des Kupfernetzes sinnvoll.

Wir haben bei der Ermittlung des ARPU auf dem Glasfasernetz unterstellt, dass die erzielbaren Preise unabhängig von der Take-up Rate sind. Internationale Benchmarks weisen darauf hin, dass höhere Take-up-Raten nur mit niedrigeren Endkundenpreisen zu erzielen sind.³⁶ In diesem Falle ist von niedrigeren ARPUs über die Zeit auszugehen, soweit dies nicht durch die Nachfrage nach höheren Geschwindigkeiten kompensiert wird. Mit sinkenden ARPUs sinkt c.p. die Profitabilität des Glasfasernetzes. Infolgedessen verschiebt sich der Schnittpunkt der Gewinnkurven von Kupfer- und Glasfasernetz nach links und die Abschaltung wird erst bei niedrigerer Auslastung des Kupfernetzes sinnvoll. Es wird länger betrieben.

Einen vergleichbaren Effekt hat ein intensiverer Wettbewerb auf dem Glasfasernetz der TDG. Kann die TDG weniger Endkunden und mehr Wholesale-Kunden auf dem eigenen Glasfasernetz bedienen als hier angenommen, sinkt ihr auf dem Glasfasernetz erzielbarer Gewinn. Die resultierenden Effekte sind vergleichbar mit denen sinkender ARPUs.

3.5 Szenario 3: Migration auf ein fremdes Glasfasernetz

3.5.1 Grundlegende Annahmen Szenario 3

Im Rahmen von Szenario 3 wird unterstellt, dass die TDG ihr Kupfernetz abschaltet und ihre Kunden auf das Glasfasernetz eines Wettbewerbers migriert.

Wie in Szenario 1 wird auch in Szenario 3 modellhaft zunächst angenommen, dass im Rahmen der Vorvermarktung des alternativen Glasfasernetzbetreibers 30% der Kupfernetz-Kunden der TDG auf das neue Glasfasernetz wechseln und der TDG als Kunden verloren gehen. Die Auslastung der TDG auf dem Kupfernetz reduziert sich damit von 100% auf 70%.

Des Weiteren wird auch in Szenario 3 unterstellt, dass das Verhältnis zwischen Retail- und Wholesale-Kunden sowie die Bandbreitenverteilung auf dem Kupfernetz auch nach dem Verlust dieser 30% ihrer Kunden unverändert bleibt.

³⁶ Vgl. Knips et al. (2023).

Die TDG schaltet ihr Kupfernetz ab und migriert ihre verbliebenen Kunden über den Bezug von Vorleistungen auf das Glasfasernetz des Wettbewerbers. Annahmegemäß wechseln die von der TDG migrierten Kunden ihren Status als Wholesale- oder Retailkunden auf dem Glasfasernetz nicht. Die Verteilung zwischen Retail- und Wholesale-Kunden der TDG bleibt daher nach der Migration unverändert. Eine Ausnahme davon bildet hier das Szenario 3a, in dem kein Weiterverkauf von Vorleistungen an Wholesale-Kunden erfolgt und daher unterstellt wird, dass der TDG die verbliebenen Wholesale-Kunden bei Migration auf das Wettbewerbernetz vollständig als Kunden verlorengehen. Ausgangspunkt der Betrachtung in Szenario 3a ist daher ein Marktanteil der TDG auf dem Wettbewerbernetz in Höhe von 40%, die alle Retail-Kunden sind.³⁷

Retail- und Wholesale-ARPU

Die Berechnung des Retail-ARPU für Glasfaserprodukte erfolgt analog zu Szenario 2. Danach ergibt sich ein ARPU in Höhe von 45,31 €.

Auch die Berechnung des Wholesale-ARPU erfolgt ebenfalls weitgehend analog zu Szenario 2, allerdings wird ein Infrastrukturentgelt, wie es die TDG beim Verkauf von FTTH Vorleistungen über das eigene Glasfasernetze berechnet, hier nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass ein alternativer Vorleistungsanbieter dies gegenüber der TDG im Rahmen von Preisverhandlungen nicht durchsetzen kann. Daher ergibt sich im Vergleich zu Szenario 2 ein etwas geringerer Wholesale-ARPU in Höhe von 30,40 € für das ländliche und mittelstädtische Gebiet sowie 24,40 € für das städtische Gebiet.

3.5.2 Szenario 3a und 3b – Wholebuy FTTH L2 BSA

3.5.2.1 Annahmen Szenario 3a und 3b

Einkaufspreis der TDG für FTTH L2 BSA

Als Einkaufspreis der TDG für FTTH L2 BSA wird für alle Gebiete ein Preis in Höhe von 25,42 € unterstellt. Dieser Preis entspricht dem Überlassungspreis der TDG für „FB-Übergabeanschluss am Ethernet-Node (FB-EN)“ für kleine Ortsnetze im Rahmen des Commitments³⁸ ohne Berücksichtigung einer jährlichen Upfront-Zahlung.

Somit wird davon ausgegangen, dass die TDG aufgrund ihrer großen Kundenbasis, die sie bei der Migration auf ein Wettbewerbernetz mitbringt, günstigere Einkaufskonditionen durchsetzen kann, als diejenigen, die sie selbst auf dem eigenen Glasfasernetz anbietet. Allerdings wird auch davon ausgegangen, dass die TDG keine nach kleinen und großen

³⁷ Entspricht 57% x 70%.

³⁸ Vgl. TDG (2022), S. 6 f.; Bundesnetzagentur (2022): Verfahren BK3-22-018.

Ortsnetzen differenzierten Einkaufskonditionen aushandeln kann, wie sie sie selbst im Rahmen ihres Standardangebots anbietet.

Hinzu kommen monatliche Kosten für Übergabeanschluss und Kollokation BNG in Höhe von 0,23 €. ³⁹

OPEX und Gemeinkosten

Für das mittelstädtische Gebiet werden für den Transport vom BNG aufwärts je WE 0,17 € fixe OPEX und 0,23 € fixe Gemeinkosten angesetzt. ⁴⁰ Für das städtische und ländliche Gebiet wird gemäß WIK Schätzung mit einem Abschlag von -10% bzw. Aufschlag von 20% auf die OPEX und Gemeinkosten für den Transport gerechnet.

Darüber hinaus werden für den Transport ab BNG aufwärts keine Zinsen und Abschreibungen berücksichtigt, da ein Glasfaser-basiertes Backbone bereits für den Kupfernetzbetrieb aufgebaut wurde und unterstellt wird, dass für den Glasfasernetzbetrieb in diesem Netzsegment keine zusätzlichen Investitionen getätigt werden müssen. Zudem wird angenommen, dass für die Entscheidung, ob und wann das Kupfernetz abgeschaltet und die eigenen Kunden über eine Glasfaser-Alternative eines Wettbewerbers bedient werden, bereits versunkene Kosten (Sunk Costs) nicht von Relevanz sind.

Bereitstellungsentgelte werden als durchlaufende Posten behandelt und daher weder umsatzseitig noch kostenseitig berücksichtigt.

In der Tabelle 3-4 sind die für die Berechnungen zu Szenario 3a und 3b verwendeten Modellinputs noch einmal überblicksartig dargestellt.

³⁹ Basierend auf Bundesnetzagentur (2021): Beschluss BK3h-21/010, S. 60 f.

⁴⁰ Ausgangspunkt der Berechnung: 1,96 € Transportkosten vom BNG aufwärts gemäß Basierend auf Bundesnetzagentur (2021): Beschluss BK3h-21/010, S. 61. Es wird unterstellt, dass in diesem Betrag ein Gemeinkostenkostenaufschlag in Höhe von 13,24% auf die OPEX und CAPEX enthalten ist. Siehe dazu z. B. WIK-Consult (2025), Anhang 2, Seite 11. Der restliche Betrag in Höhe von 1,73 wurde gemäß WIK-Berechnungen auf Basis des Kostenmodells der EETT (2020) in OPEX und CAPEX aufgeteilt.

Tabelle 3-4: Übersicht Modellinputs – Szenario 3a / 3b

	Ländlich	Mittelstädtisch	Städtisch
Anteil Retail-Kunden	57%		
Anteil Wholesale-Kunden	43%		
Retail-ARPU FTTH:	45,31 €		
Wholesale-ARPU FTTH L2 BSA*:	30,40 €		24,40 €
Einkauf FTTH L2 BSA	25,42 €		
Übergabeanschluss und Kollokation BNG:	0,23 €		
OPEX fix (alle WE) – Transport ab BNG:	0,21 €	0,17 €	0,16 €
Gemeinkosten fix (alle WE) – Transport ab BNG:	0,27 €	0,23 €	0,21 €
Gemeinkosten variabel (Retail-Kunden):	1,09 €		
Zusatzkosten variabel (Retail-Kunden):	6,26 €		
Abschreibungen und Zinsen:	0,00 €		

* nur relevant für Szenario 3b

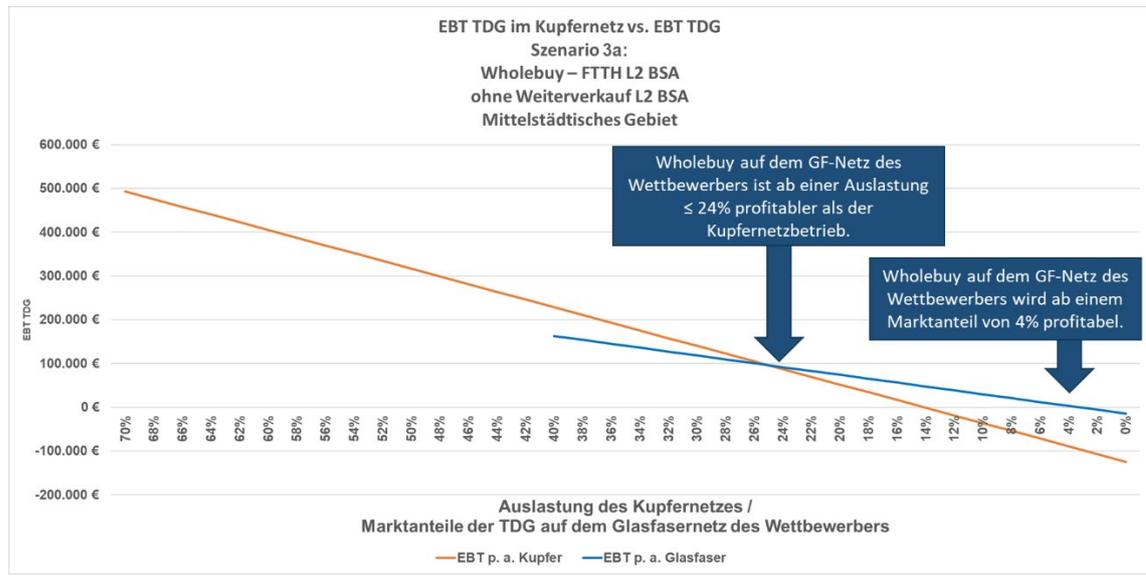
Quelle: WIK

3.5.2.2 Ergebnisse Szenario 3a: Wholebuy FTTH L2 BSA ohne Weiterverkauf

Die Abbildung 3-4 zeigt exemplarisch die Modellierungsergebnisse in Szenario 3a für das mittelstädtische Gebiet.

Aufgrund der geringen Fixkosten für dieses Geschäftsmodell und der vergleichsweise hohen Marge aufgrund der ausschließlichen Bedienung von Retail-Kunden ist die Profitabilitätsgrenze beim Wholebuy von FTTH L2 BSA ohne Weiterverkauf im mittelstädtischen und städtischen Gebiet bereits bei 4% Auslastung erreicht. Im ländlichen Gebiet liegt der Wert aufgrund der etwas höheren OPEX und Gemeinkosten bei 6%.

Abbildung 3-4: Ergebnis Szenario 3a – Mittelstädtisches Gebiet



Quelle: WIK

In allen drei Gebieten zeigt sich, dass eine Abschaltung des Kupfernetzes bei einer sinkenden Auslastung bereits deutlich früher profitabel ist, als ohne Wholebuy-Alternative. Profitabler als der Kupfernetzbetrieb wird die Wholebuy-Alternative im mittelstädtischen Gebiet bereits bei einer Auslastung $\leq 24\%$. In ländlichen Gebieten ist die Kupferabschaltung noch früher, d. h. ab einer Auslastung von 28% betriebswirtschaftlich sinnvoll. Im Vergleich zu den anderen Gebieten verschiebt sich aufgrund der geringeren Marge zwischen dem Einkaufspreis für FTTH L2 BSA und dem Retail-ARPU in städtischen Gebieten der betriebswirtschaftlich sinnvolle Abschaltzeitpunkt hier etwas nach hinten und wird erst bei einer Auslastung von 22% erreicht.

3.5.2.3 Ergebnisse Szenario 3b: Abschaltung bei Einkauf von FTTH L2 BSA (mit Wholesale)

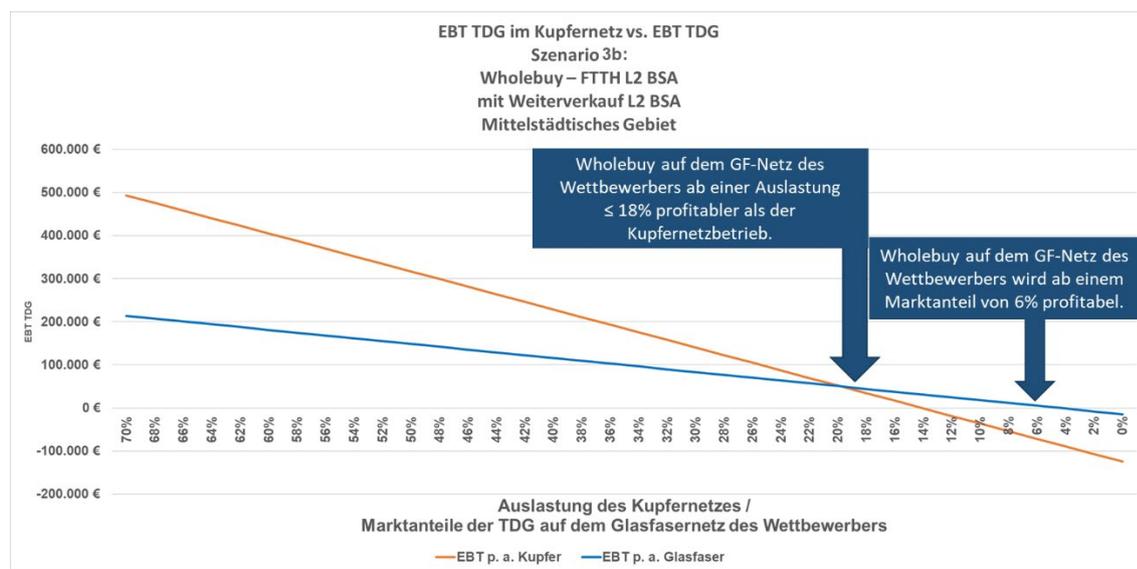
Die Abbildung 3-5 zeigt exemplarisch die Modellierungsergebnisse in Szenario 3b für das mittelstädtische Gebiet.

Auch über die Wholebuy-Alternative unter Szenario 3b, d. h. Wholebuy von FTTH L2 BSA auf dem Glasfasernetz des Wettbewerbers mit Weiterverkauf von FTTH L2 BSA an Wholesale-Kunden, wird die Profitabilitätsgrenze deutlich früher erreicht als über den Kupfernetzbetrieb. Im mittelstädtischen und städtischen Gebiet ist diese bei 6% erreicht, im ländlichen Gebiet bei 8%.

Am frühesten wäre die Kupferabschaltung in diesem Szenario in ländlichen Gebieten (22%) betriebswirtschaftlich sinnvoll, gefolgt vom mittelstädtischen (18%) und städtischen Gebiet (14%).

In städtischen Gebieten führt der negative Deckungsbeitrag beim Weiterverkauf von FTTH L2 BSA dazu, dass eine Abschaltung des Kupfernetzes erst zu einem späteren Zeitpunkt betriebswirtschaftlich sinnvoll ist als in den anderen beiden Gebieten.

Abbildung 3-5: Ergebnis Szenario 3b – Mittelstädtisches Gebiet



Quelle: WIK

3.5.3 Szenario 3c: Abschaltung bei Einkauf von Glasfaser TAL

3.5.3.1 Annahmen Szenario 3c

Einkaufspreis der TDG für die FTTH TAL

Als Einkaufspreis der TDG für die FTTH TAL wird je nach Gebiet ein Preis zwischen 17,00 € und 22,82 € (inklusive Kollokationskosten am MPoP) unterstellt (siehe Tabelle 3-5).

Der TAL-Preis in Höhe von 22,82 € für das ländliche Gebiet entspricht dem Preis für eine Glasfaser-TAL am ODF in einem geförderten Netz.⁴¹ Für das mittelstädtische und städtische Gebiet wird ein geringerer Einkaufspreis unterstellt, da davon ausgegangen wird, dass sich die vergleichsweise niedrigeren Ausbaurkosten in den (mittel-)städtischen Gebieten in den Wholesale-Konditionen niederschlagen. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die TDG aufgrund ihrer großen Kundenbasis, die sie bei der

⁴¹ BMDV / Bundesförderung Breitband (2024).

Migration auf ein Wettbewerbersnetz mitbringt, günstigere Einkaufskonditionen als ansonsten am Markt üblich bzw. als andere Vorleistungsnachfrager durchsetzen kann.

OPEX und Gemeinkosten

Die OPEX und Gemeinkosten für den Transport jenseits des BNG sowie die Zusatzkosten und die Gemeinkosten für die Bedienung der Retail-Kunden entsprechenden Kosten in den Szenarien 1 sowie 3a und 3b.

Darüber hinaus entstehen Kosten für den Transport vom MPoP bis zum BNG. Für das mittelstädtische Gebiet werden hier 0,18 € fixe OPEX und 0,23 € fixe Gemeinkosten angesetzt. Für den Transport ergeben sich so insgesamt fixe OPEX in Höhe von 0,35 € und fixe Gemeinkosten in Höhe von 0,46 € je WE. Für das städtische und ländliche Gebiet wird gemäß WIK Schätzung mit einem Abschlag von -10% bzw. Aufschlag von 20% auf die OPEX und Gemeinkosten gerechnet.

Für den Transport werden keine Zinsen und Abschreibungen berücksichtigt, da ein Glasfaser-basiertes Backhaul und Backbone bereits für den Kupfernetzbetrieb aufgebaut wurde und unterstellt wird, dass für den Glasfasernetzbetrieb in diesem Netzsegment keine zusätzlichen Investitionen getätigt werden müssen.

In Tabelle 3-5 sind die für die Berechnungen zu Szenario 3c verwendeten Modellinputs noch einmal überblicksartig dargestellt.

Tabelle 3-5: Übersicht Modellinputs – Szenario 3c

	Ländlich	Mittelstädtisch	Städtisch
Anteil Retail-Kunden	57%		
Anteil Wholesale-Kunden	43%		
Retail-ARPU FTTH:	45,31 €		
Wholesale-ARPU FTTH L2 BSA*:	30,40 €		24,40 €
Einkauf FTTH TAL (inklusive Kollokation)	22,82 €	19,00 €	17,00 €
OPEX fix (alle WE):	0,42 €	0,35 €	0,32 €
Gemeinkosten fix (alle WE):	0,56 €	0,46 €	0,42 €
Gemeinkosten variabel (Retail-Kunden):	1,09 €		
Zusatzkosten variabel (Retail-Kunden):	6,26 €		

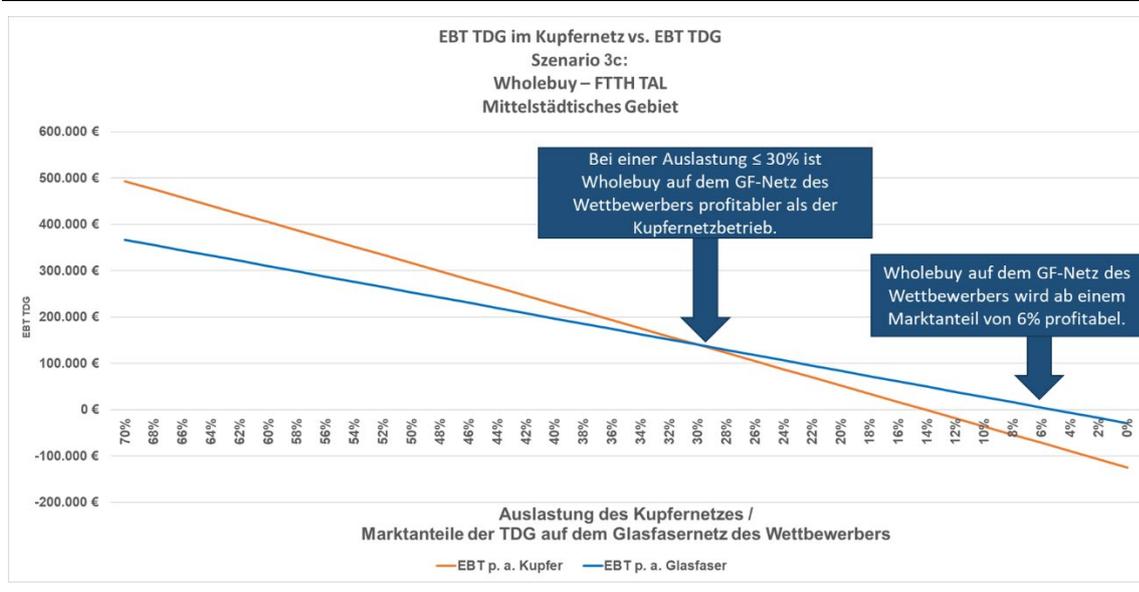
Quelle: WIK

3.5.3.2 Ergebnisse Szenario 3c

Abbildung 3-7 zeigt exemplarisch die Modellierungsergebnisse in Szenario 3c für das mittelstädtische Gebiet.

Der Wholebuy der FTTH TAL erzielt im (mittel-)städtischen Gebiet ab einem Marktanteil von 6% ein positives EBT. Im ländlichen Gebiet liegt die Profitabilitätsgrenze etwas höher als in den anderen beiden Gebieten. Dies ist insbesondere auf die höheren Fixkosten je WE zurückzuführen. Hier muss mindestens ein Marktanteil von 10% erreicht werden.

Abbildung 3-6: Ergebnis Szenario 3c – Mittelstädtisches Gebiet



Quelle: WIK

Im mittelstädtischen Gebiet wird es ab einer Auslastung von 30% und geringer betriebswirtschaftlich sinnvoll, auf die Wholebuy Alternative zurückzugreifen und das Kupfernetz abzuschalten. In ländlichen und städtischen Gebieten ist dieser Punkt jeweils erst bei 24% Auslastung erreicht. Im Vergleich zum mittelstädtischen Gebiet führt im ländlichen Gebiet insbesondere der deutlich höhere TAL-Preis dazu, dass die Abschaltung hier deutlich später erfolgen würde. Im städtischen Bereich führt die vergleichsweise geringere Marge bei den Wholesale-Kunden aufgrund des geringeren Wholesale-Preises in städtischen Gebieten zu diesem Ergebnis.

3.5.4 Sensitivitäten

Für alle Wholebuy-Szenarien gilt ein gleichgerichteter Effekt, wenn die TDG die Vorleistungen auf dem Glasfasernetz des Wettbewerbs teurer als hier angenommen einkauft. Der Schnittpunkt der beiden Gewinnkurven verschiebt sich nach rechts. Das Kupfernetz wird länger betrieben. Der spiegelbildliche Effekt stellt sich ein, wenn die TDG

die Vorleistung günstiger beziehen kann. Besonders ausgeprägt ist die relative Profitabilität der Netze mit Blick auf den FTTH-TAL-Preis.

Entwickelt sich die Nachfrage nach höheren Geschwindigkeiten (bei gleichen Preisen) besser als hier unterstellt, sind höhere Umsätze auf dem Glasfasernetz erzielbar. Damit verschiebt sich der Schnittpunkt der Gewinnkurven in allen 3 Szenarien nach links. Wholebuy wird bei niedrigeren Marktanteilen rentabel. Die Abschaltung wird früher rentabel.

3.6 Eine Gesamtschau der Ergebnisse

3.6.1 Vergleich alle Szenarien nach Gebiet

In den folgenden drei Abbildungen sind die Ergebnisse aller betrachteten Szenarien je Gebiet noch einmal zusammengefasst.

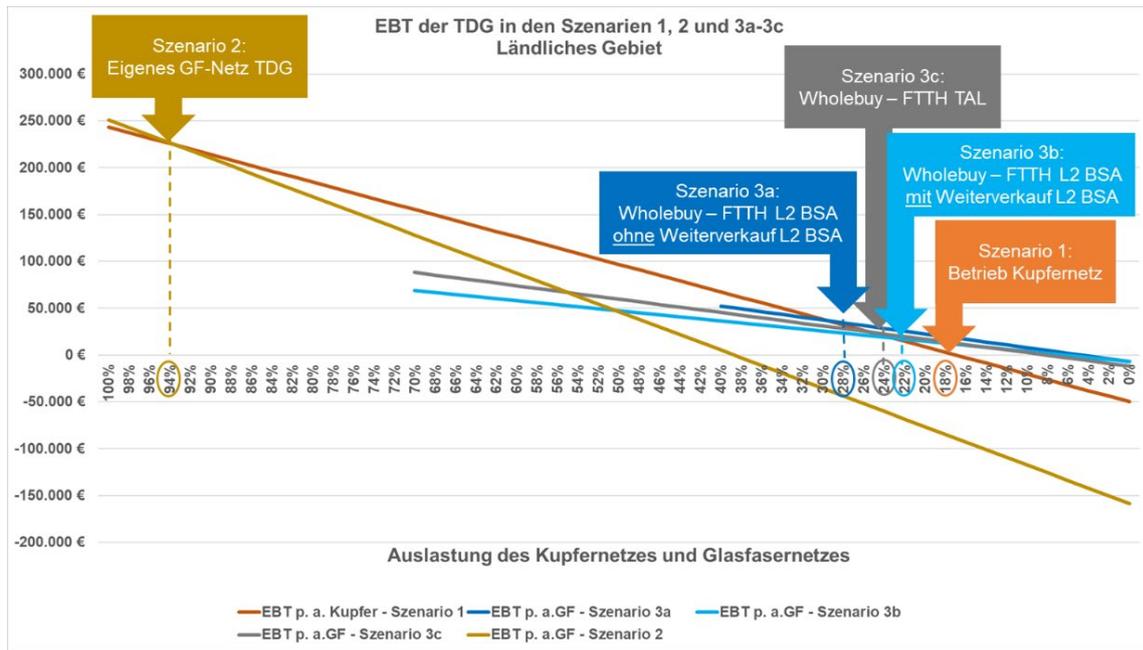
Im ländlichen Gebiet müsste mit 94% eine unrealistisch hohe Auslastung erreicht werden, damit das eigene, rein eigenwirtschaftlich gebaute Glasfasernetz profitabler wird als das Kupfernetz und eine Abschaltung des Kupfernetzes betriebswirtschaftlich sinnvoll erscheint. Da diese Auslastung nur sehr schwer erreichbar erscheint, ist davon auszugehen, dass in vielen ländlichen Gebieten eine Abschaltung des Kupfernetzes nicht durch die Auslastung des Glasfasernetzes, sondern durch die Profitabilität des Kupfernetzes selbst bestimmt wird und daher erst recht spät erfolgt. Dieses Ergebnis kann sich bei Förderung in diesen Gebieten allerdings anders darstellen. Modellhaft ließe sich Förderung über eine Senkung der Investitionskosten je Anschluss abbilden. Bei niedrigeren Investitionskosten würde sich der o.g. Schnittpunkt nach rechts verlagern.

Auch wenn der Eigenausbau bei einer Auslastung von 94% und höher profitabler ist als der Kupfernetzbetrieb, wird er schon bei einer deutlich geringeren Auslastung profitabler als die betrachteten Wholebuy Alternativen. In Gebieten, in denen ein Glasfaser-Ausbau durch einen alternativen Anbieter wahrscheinlich erscheint, könnte es daher für die TDG sinnvoll sein, das Kupfernetz schon vor dem Zeitpunkt abzuschalten, an dem das Kupfernetz selbst unprofitabel wird, und auf einen Eigenausbau zu setzen.

In allen drei betrachteten Wholebuy-Szenarien ist eine zum Teil deutlich frühere Abschaltung des Kupfernetzes sinnvoll als ohne FTTH-Alternative. Am frühesten würde die Abschaltung hier in Szenario 3a (Wholebuy FTTH BSA ohne Weiterverkauf) erfolgen. A priori wäre zu erwarten gewesen, dass die Abschaltung aufgrund der höheren eigenen Wertschöpfung am frühesten im Glasfaser-TAL-Szenario (Szenario 3c) erfolgen würde.

Aufgrund des höheren Einkaufspreises für die Glasfaser-TAL im ländlichen Gebiet ist dies dort jedoch nicht der Fall.

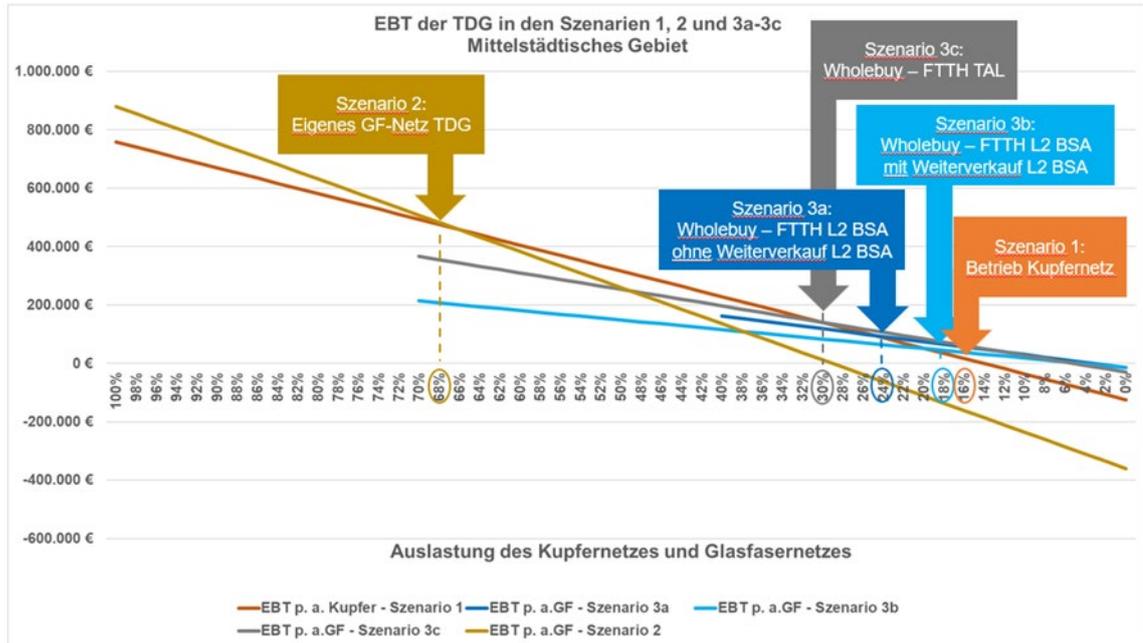
Abbildung 3-7: Ergebnisse alle Szenarien im Vergleich – Ländliches Gebiet



Quelle: WIK

Im mittelstädtischen Gebiet ist die Glasfaser-TAL die Wholebuy-Alternative, bei der eine Abschaltung des Kupfernetzes am frühesten betriebswirtschaftlich sinnvoll erscheint. Eine Abschaltung würde hier deutlich früher erfolgen als ohne FTTH-Alternative (30% vs. 16%). Dagegen würde sich ein Wholebuy von FTTH L2 BSA mit Weiterverkauf kaum auf den Zeitpunkt der Abschaltung auswirken.

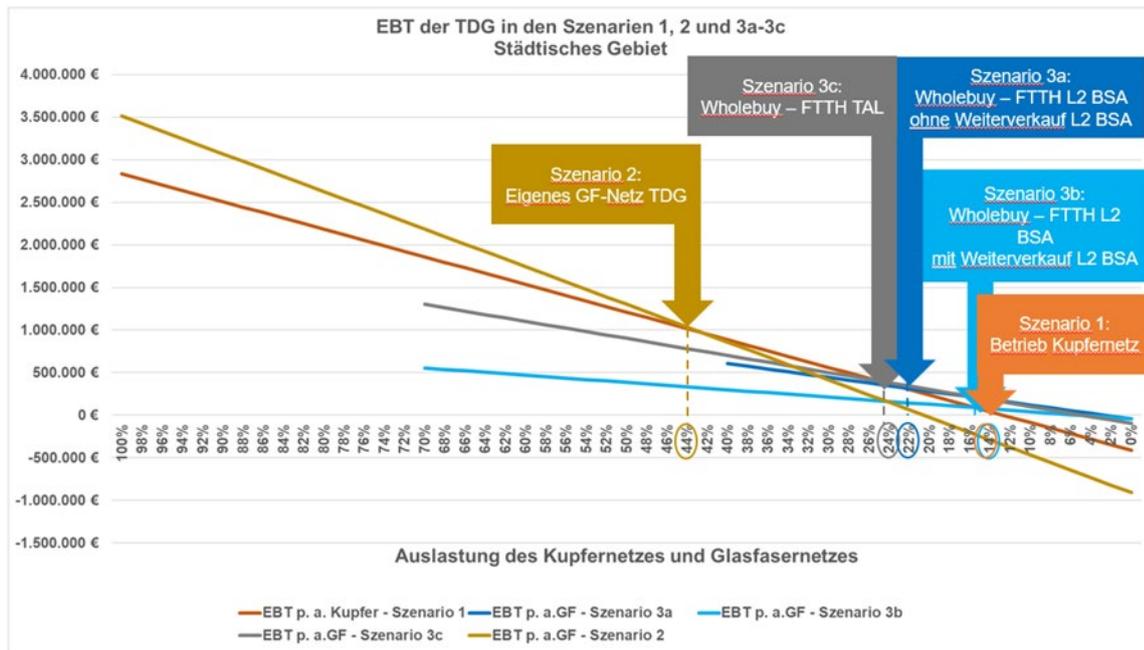
Abbildung 3-8: Ergebnisse alle Szenarien im Vergleich – Mittelstädtisches Gebiet



Quelle: WIK

Auch im städtischen Gebiet ist die Glasfaser-TAL die Wholebuy-Alternative, bei der die früheste Abschaltung des Kupfernetzes betriebswirtschaftlich sinnvoll wäre, dicht gefolgt vom Wholebuy von FTTH L2 BSA ohne Weiterverkauf. Im Wholebuy Szenario FTTH L2 BSA mit Weiterverkauf entsprechen sich die Auslastung, ab der das Glasfasernetz profitabler als das Kupfernetz wird und die Mindestauslastung, damit das Kupfernetz noch ein positives EBT erzielt. Dieses Ergebnis unterlegt auch, dass eine frühere Abschaltung des Kupfernetzes erfolgt. Dieses Ergebnis unterlegt auch, dass hier der Weiterverkauf von L2 BSA keine relevante strategische Alternative darstellt.

Abbildung 3-9: Ergebnisse alle Szenarien im Vergleich – Städtisches Gebiet



Quelle: WIK

Die Tabelle 3-6 und Tabelle 3-7 geben noch einmal einen Überblick über die Ergebnisse für alle betrachteten Szenarien und Gebiete.

3.6.2 Überblick über alle Ergebnisse

Tabelle 3-6: Profitabilitätsgrenze Glasfaser Eigenausbau und Wholebuy – Überblick alle Gebiete

	Ländlich	Mittelstädtisch	Städtisch
Szenario 2: Die TDG baut ein eigenes Glasfasernetz aus.	40%	30%	22%
Szenario 3: Ein alternativer Wettbewerber baut ein Glasfasernetz aus.			
3a: Wholebuy – FTTH L2 BSA <u>ohne</u> Weiterverkauf von FTTH L2 BSA	6%	4%	4%
3b: Wholebuy – FTTH L2 BSA <u>mit</u> Weiterverkauf von FTTH L2 BSA	8%	6%	6%
3c: Wholebuy – FTTH TAL	10%	6%	6%

Quelle: WIK

Tabelle 3-7: Profitabilitätsgrenze Kupfernetzbetrieb vs. Marktanteil / Auslastung auf dem GF-Netz, ab dem / der ein höheres EBT erzielt wird als beim Kupfernetzbetrieb – Überblick alle Gebiete

	Ländlich	Mittelstädtisch	Städtisch
Szenario 1: Weiterbetrieb Kupfernetz ohne Migration	profitabel bis:		
	18%	16%	14%
Szenario 2: Die TDG baut ein eigenes Glasfasernetz aus.	profitabler als Kupfernetz bei Auslastung		
	≥ 94%	≥ 68%	≥ 44%
Szenario 3: Ein alternativer Wettbewerber baut ein Glasfasernetz aus.	profitabler als Kupfernetz bei Auslastung		
	≤ 28%	≤ 24%	≤ 22%
3a: Wholebuy – FTTH L2 BSA ohne Weiterverkauf von FTTH L2 BSA	≤ 22%	≤ 18%	≤ 14%
3b: Wholebuy – FTTH L2 BSA mit Weiterverkauf von FTTH L2 BSA	≤ 24%	≤ 30%	≤ 24%
3c: Wholebuy – FTTH TAL			

Quelle: WIK

Die erhaltenen Kernergebnisse der Berechnungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- (1) Ohne FTTH-Alternative für die TDG wird der Betrieb des Kupfernetzes je nach Gebiet erst bei einem relativ niedrigen Auslastungsgrad von 14%-18% der Anschlüsse unprofitabel.
- (2) Kauft die TDG FTTH Vorleistungen bei einem Wettbewerber ein, wird eine Abschaltung des Kupfernetzes bei einer Gesamtbetrachtung FTTH / VDSL früher profitabel.
- (3) Über Wholebuy kann die TDG bereits bei relativ geringen Marktanteilen auf dem Wettbewerbernetz ein positives EBT erwirtschaften (4% bzw. 6% in (mittel-)städtischen Gebieten, 6%-10% in ländlichen Gebieten).
- (4) Kauft die TDG die Glasfaser-TAL als Vorprodukt auf dem Wettbewerbernetz ein, wird die Abschaltung des Kupfernetzes je nach Gebiet schon bei einer höheren Auslastung und damit (wesentlich) früher profitabel als beim Einkauf von FTTH L2 BSA. Eine Ausnahme hiervon bilden ländliche Gebiete, insbesondere bedingt durch einen höheren Einkaufspreis für die FTTH TAL.
- (5) Selbst bei Einkauf von FTTH L2 BSA ausschließlich für eigene Endkundenprodukte erzielt die TDG ein EBT, das die Abschaltung des Kupfernetzes deutlich früher (bei 22%-28% Auslastungsgrad) profitabel werden lässt als ohne FTTH-Alternative für die TDG.
- (6) Der Weiterverkauf von eingekauftem FTTH L2 BSA an eigene Vorleistungsnachfrager ist für die TDG insbesondere in städtischen Gebieten unprofitabel, da die Wholesale-Preise der TDG in großen Ortsnetzen deutlich unter denen in kleinen Ortnetzen liegen und im Rahmen der Modellierung davon ausgegangen wird, dass die TDG keine entsprechend differenzierten Einkaufspreise für FTTH L2 BSA erzielen kann.
- (7) Je nach Gebiet wird ein Eigenausbau durch die TDG erst ab Erreichen einer sehr hohen Auslastung auf dem Glasfasernetz profitabler als der Kupfernetzbetrieb. Während in städtischen Gebieten dieser Punkt bereits bei 44% Auslastung erreicht ist, muss in mittelstädtischen und ländlichen Gebieten eine Auslastung von 68% bzw. 94% erreicht werden. Allerdings wird im Rahmen des Eigenausbaus in allen betrachteten Gebieten schon bei einer deutlich unter diesen Prozentwerten liegenden Auslastung ein höherer Gewinn erwirtschaftet als in den skizzierten Wholebuy Szenarien.
- (8) In städtischen Gebieten erscheinen ein Eigenausbau und die Abschaltung des Kupfernetzes deutlich früher betriebswirtschaftlich sinnvoll als bei Wholebuy.

- (9) In vielen ländlichen Gebieten wird die Abschaltung des Kupfernetzes nicht durch die Auslastung des Glasfasernetzes, sondern durch die Profitabilität des Kupfernetzes selbst bestimmt.

4 Abschaltung im Rahmen der FTTH-Marktentwicklung

Mit Blick auf die politische und regulatorische Diskussion stellt sich die Frage, zu welchem Zeitpunkt davon auszugehen ist, dass die in Kapitel 3 identifizierten kritischen Auslastungen auf der x-DSL-Infrastruktur des Kupfernetzes der TDG bzw. im Falle des Ausbaus eines eigenen FTTH-Netzes erreicht werden. Zu diesem Zweck treffen wir im Folgenden Annahmen über die weitere Marktentwicklung und entwickeln auf dieser Basis ein Szenario, welches auf dem Grundgedanken einer kontinuierlichen Weiterentwicklung des deutschen Breitbandmarktes basiert.

4.1 Einige Grundannahmen

Die Modellierung umfasst den Zeitraum von 2022 bis 2036. Aufsatzpunkt des Modells sind veröffentlichte Zahlen der BNetzA sowie von Marktakteuren/Verbänden. Ausgangsbasis sind die Daten aus den Jahresberichten der Bundesnetzagentur aus dem Jahr 2024 zur Zahl der aktiven leitungsgebundenen Breitbandanschlüsse in ihrer Gesamtheit sowie aufgegliedert nach unterschiedlichen Technologien (FTTB/H; xDSL, HFC, sonstige) sowie zur Zahl der FTTH-Anschlüsse Homes Passed (HP).⁴² Als Grundgesamtheit dienen die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten 45 Mio. Haushalte und Unternehmensstandorte in Deutschland. Mit Blick auf letztere wird unterstellt, dass diese Zahl über die Betrachtungsdauer konstant bleibt.

In der Modellierung der Hochläufe erfolgt keine Differenzierung zwischen HP und HC, es gibt nur adressierbare Kunden/Haushalte/Standorte (HP) und Kunden/Haushalte/Standorte mit einem aktiven Anschluss (HA). Es erfolgt auch keine Differenzierung zwischen FTTB- und FTTH-Anschlüssen (im Folgenden wird als Begrifflichkeit FTTH verwendet). Diese Vereinfachung ist aufgrund unseres Fokus auf die grundlegenden strategischen Zusammenhänge gerechtfertigt.

Beim Ausbau der mit FTTH adressierbaren Haushalte/Unternehmensstandorte wird zwischen zwei Anbietergruppen differenziert, der TDG und alternativen FTTH-Betreibern. Es wird berücksichtigt, dass ein (im Zeitablauf wachsender) Anteil von Haushalten von beiden Anbietergruppen parallel erschlossen wird (Doppelausbau).

Der Kundenhochlauf erfolgt in Jahreskohorten. Für die beiden Anbietergruppen (alternative FTTH-Betreiber und TDG) werden individuelle Kundenhochläufe modelliert. In der Modellierung der Kundenzahlen wird der jeweilige Stand des Parallelausbau

⁴² Vgl. Bundesnetzagentur (2024b).

berücksichtigt. Kunden, die von zwei Netzen erschlossen sind, werden zwischen der TDG und den alternativen Anbietern nach einem prozentualen Schlüssel aufgeteilt.

Es erfolgt keine Differenzierung zwischen Wholesale- und Retailkunden auf den FTTH-Netzen der TDG und der alternativen Anbieter, d.h. dass Kunden, die die TDG auf alternativen Netzen schaltet, infrastrukturell dem alternativen Netz zugerechnet werden und vice versa.

Schließlich findet in der Modellierung keine forcierte Migration statt. Stattdessen wird eine Situation betrachtet, innerhalb der das Abschmelzen der x-DSL-Kundenbasis nachfragegetrieben stattfindet.

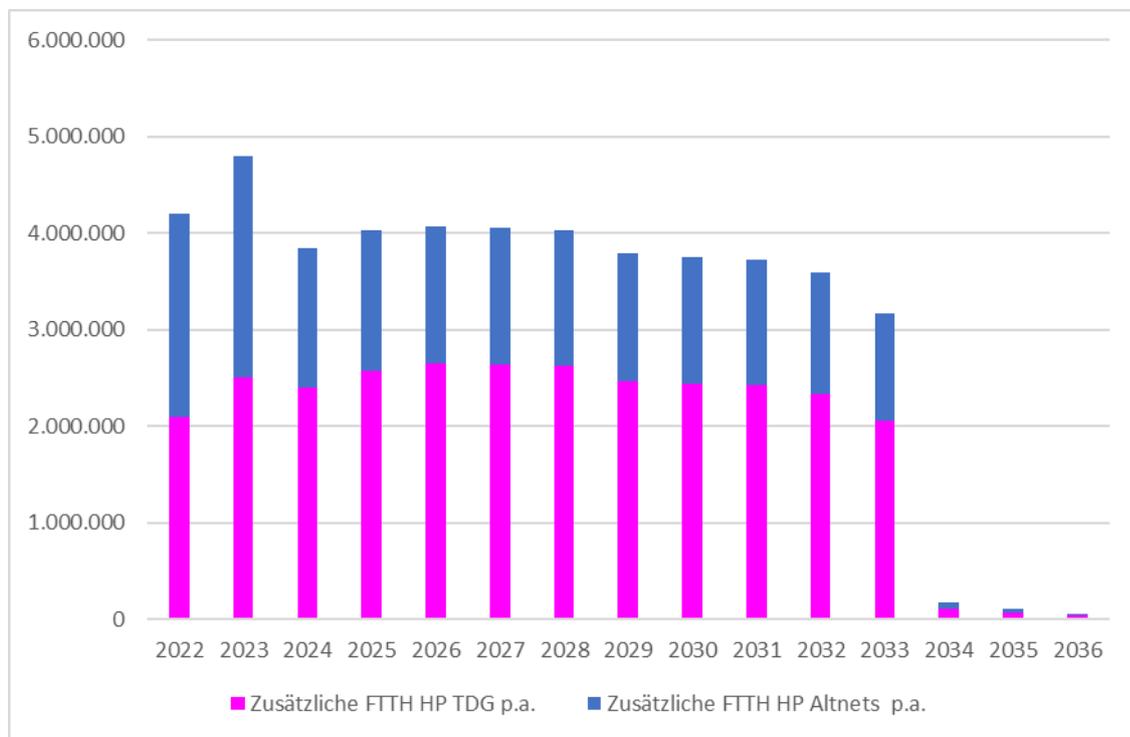
4.2 Die weitere Ausbauentwicklung

Im Basisszenario wird für die kommenden Jahre eine relativ konstante Ausbauleistung von ~ 4 Mio. HP Anschlüsse pro Jahr unterstellt. Dies entspricht dem Durchschnitt der letzten vier Jahre. Ab 2029 nimmt diese zunächst leicht und dann mit der Annäherung an eine Vollerschließung stärker ab. Nach dem Erreichen eines Vollausbaus in 2033 finden nur noch in geringem Umfang Ausbauten statt.

Wir treffen die Annahme, dass sich die Ausbauleistung bei neu erschlossenen Haushalten und/oder Unternehmen ab 2026 zu 65% auf die TDG und zu 35% auf die Gruppe der alternativen Anbieter verteilt, was einer Fortschreibung der aktuell am Markt zu beobachtenden relativen Ausbauleistung und der bekundeten Zielsetzung der TDG entspricht.⁴³

⁴³ Die aktuelle Marktanalyse von Dialog Consult / VATM weist für 2025 im Vergleich zum Vorjahr 2,5 Mio. zusätzliche HP für die TDG und 1,2 Mio. zusätzliche HP für die alternativen Wettbewerber aus. Vgl. Dialog Consult / VATM (2025), S. 22.

Abbildung 4-1: Entwicklung der Zahl der zusätzlich als HP erreichbaren WE/ Unternehmensstandorte nach Anbietergruppe.



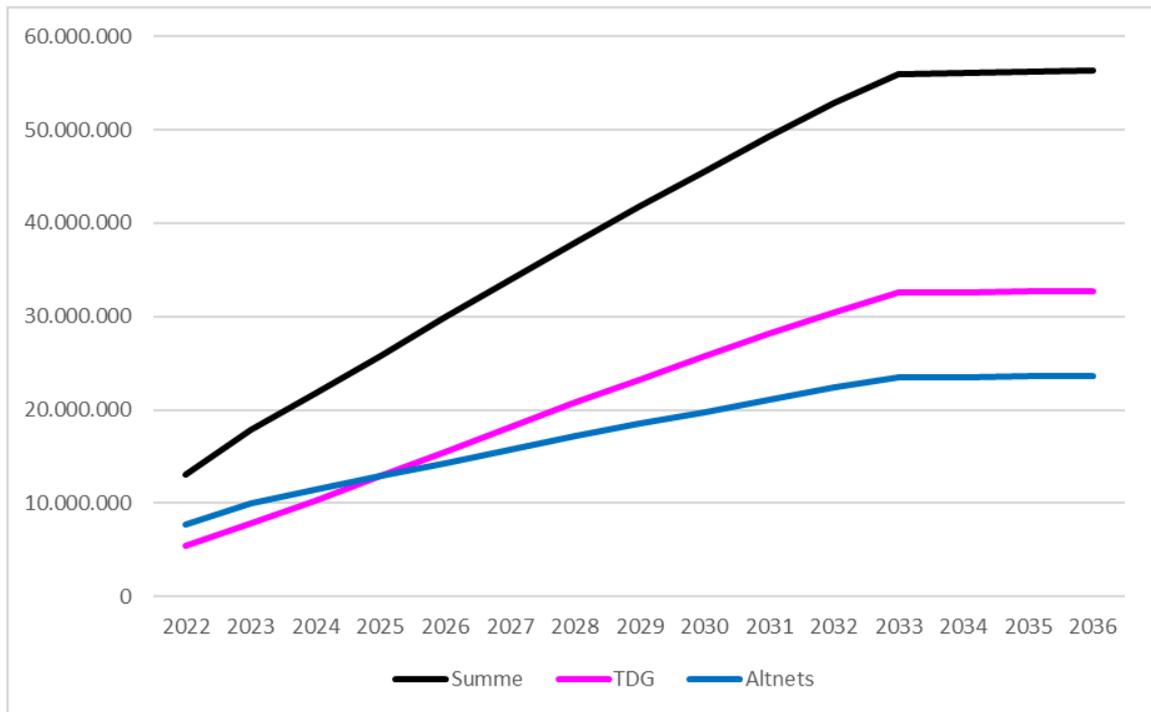
Quelle: WIK

Aufgrund ihres stärkeren Aufwuchses übersteigt die Zahl der von der TDG adressierbaren Haushalte in 2025 erstmals die der alternativen Anbieter.

Es wird unterstellt, dass die Zahl der parallel durch Doppelausbau erreichbaren Haushalte kontinuierlich zunimmt. Ab dem Jahr 2032 sind 20% der Wohn- und Gewerbeeinheiten (~ 9 Mio.) von zwei voneinander unabhängigen Netzen adressierbar. Hierfür ist zum einen maßgeblich, dass die Kabelnetze zu FTTH aufgerüstet aber auch von Nicht-HFC-Anbietern mit FTTH überbaut werden. Des Weiteren setzt sich der Doppelausbau auch aus strategischen Erwägungen durch die TDG fort. Im Übrigen zeigen Modellberechnungen des WIK, dass in diesem Umfang effizienter Infrastrukturwettbewerb möglich ist.⁴⁴ In unserer Modellierung handelt es sich dabei immer um das Netz der TDG und um das Netz eines Wettbewerbers, eine Doppelschließung durch Wettbewerber ist nicht Bestandteil der Modellannahmen und findet auch in der Realität kaum statt. Vor dem Hintergrund des Doppelausbaus besteht bei Erreichen von aggregiert 45 Mio. Haushalten und Unternehmensstandorten in 2030 keine flächendeckende FTTH-Abdeckung. Diese wird im Basisszenario erst im Jahr 2033 erreicht.

⁴⁴ Siehe z.B. Braun et al. (2019).

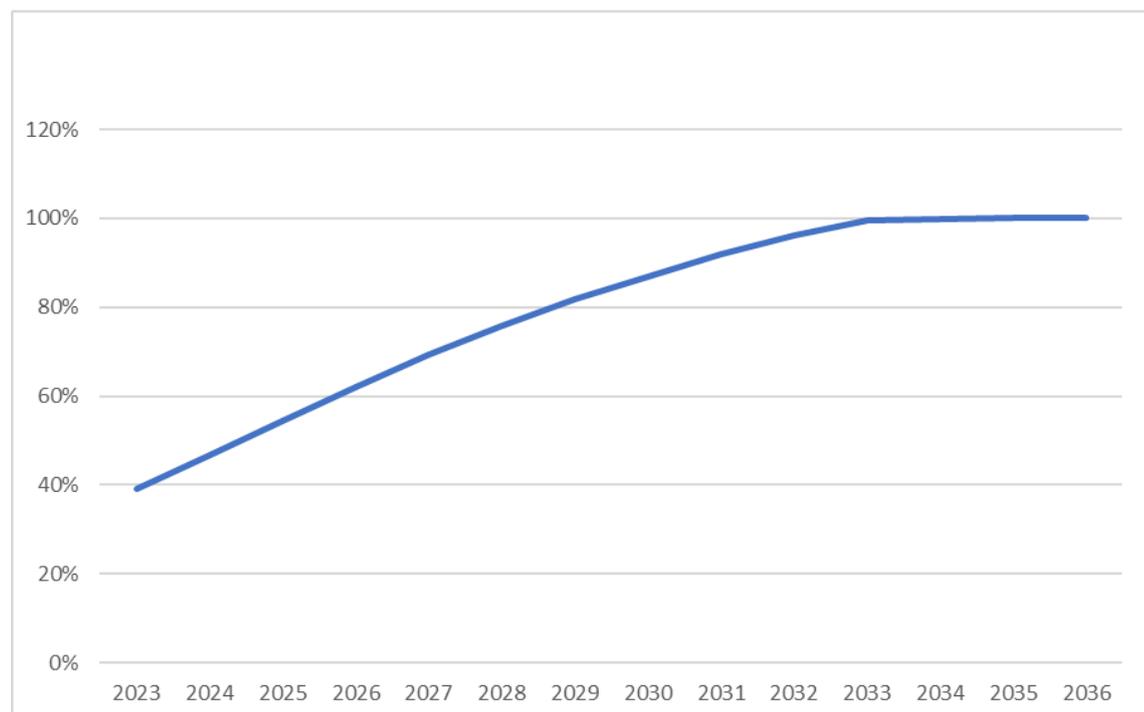
Abbildung 4-2: Entwicklung der Zahl der HP erreichbaren WE/Unternehmensstandorte.



Quelle: WIK

Die prozentuale Abdeckung der Haushalte/Unternehmensstandorte übersteigt die 50% Marke im Jahr 2025 und steigt danach relativ konstant bis zum Erreichen einer Vollabdeckung im Jahr 2033 an.

Abbildung 4-3: FTTH-Abdeckung in % der Wohneinheiten/Unternehmensstandorte



Quelle: WIK

4.3 Verlauf der Kundenentwicklung auf den FTTH-Netzen

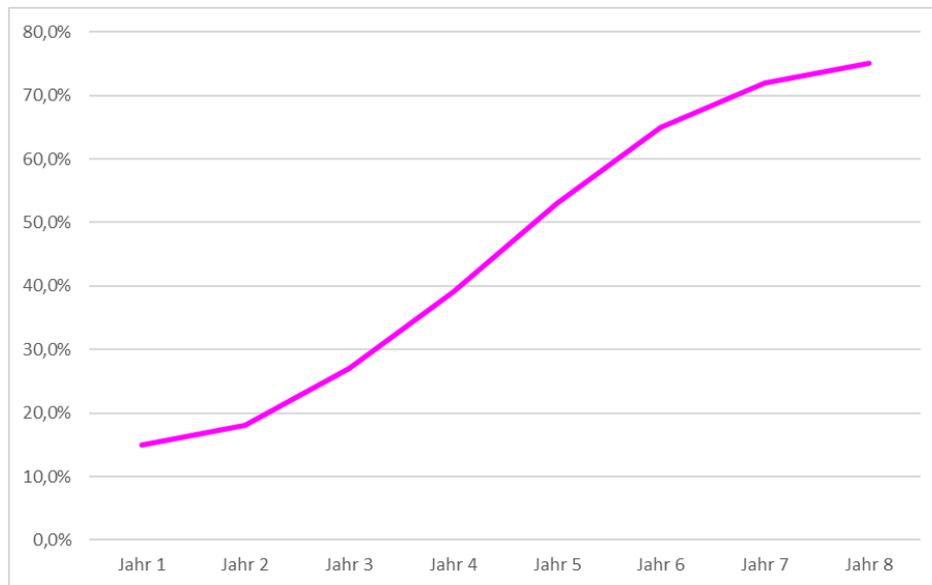
Für den Kundenhochlauf werden für die TDG und die Alternativen unterschiedliche Hochlaufkurven unterstellt, die zur Ermittlung der Kundenzahlen in den jeweiligen Jahreskohorten herangezogen werden. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass in den Hochläufen unterstellt ist, dass die alternativen Anbieter bei der initialen Vermarktung im ersten Jahr höhere Quoten als die TDG erzielen. Dies ist empirisch belegt und aus verschiedenen einschlägigen Veröffentlichungen ersichtlich.⁴⁵

Für die jeweiligen Jahreskohorten wird eine 8-jährige Hochlaufdauer unterstellt, nach 8 Jahren wird das vorhandene Potenzial ausgeschöpft. Über die 8 Jahre holt die TDG im Vergleich zum heutigen Stand gegenüber den alternativen Anbietern auf, so dass in beiden Hochlaufkurven nach 8 Jahren das Potential in gleichem Umfang ausgeschöpft wird. Es wird unterstellt, dass ein FTTH-Netz „stand-alone“, d.h. ohne dass an derselben Adresse ein paralleles FTTH-Netz vorhanden ist, ohne eine forcierte Abschaltung des parallelen Kupfernetzes eine Ziel-Take-up-Rate von durchschnittlich 75% erreichen kann. Die verbleibenden 25% der Haushalte sind Nutzer von stationären Breitbandanschlüssen, die über andere Technologien realisiert werden (z.B. Kabel), „mobile-only-Nutzer“ und Verweigerer. Dies beruht auf der Annahme, dass sowohl die TDG als auch die alternativen Netzbetreiber ihre Infrastrukturen für Dritte und füreinander

⁴⁵ Siehe überblicksartig: Wernick et al. (2024).

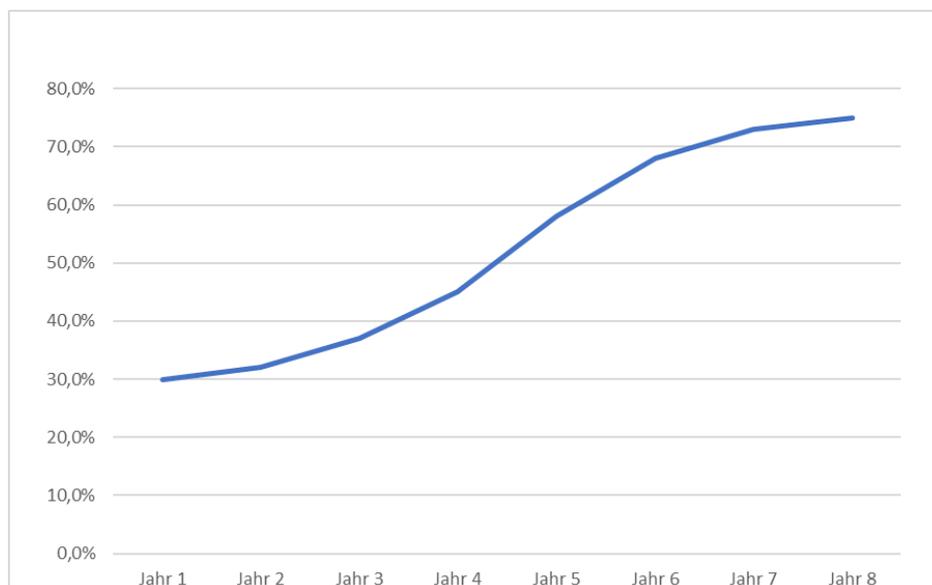
öffnen und die angebotenen Zugangsprodukte überall dort, wo sie nicht selbst ausgebaut haben, auch in Anspruch nehmen.

Abbildung 4-4: Entwicklung des Take-up auf dem Netz der TDG



Quelle: WIK

Abbildung 4-5: Entwicklung des Take-up auf den Netzen der alternativen Netzbetreiber



Quelle: WIK

In dem Umfang wie Infrastrukturwettbewerb durch parallele FTTH-Netze besteht, reduziert sich das erreichbare Kundenpotential. Um dies in der Modellierung zu berücksichtigen, wird bei den aktivierten Kunden in den jeweiligen Kohorten der

prozentuale Anteil der Haushalte berücksichtigt, die zum Zeitpunkt der Aktivierung von zwei Netzen erschlossen sind.

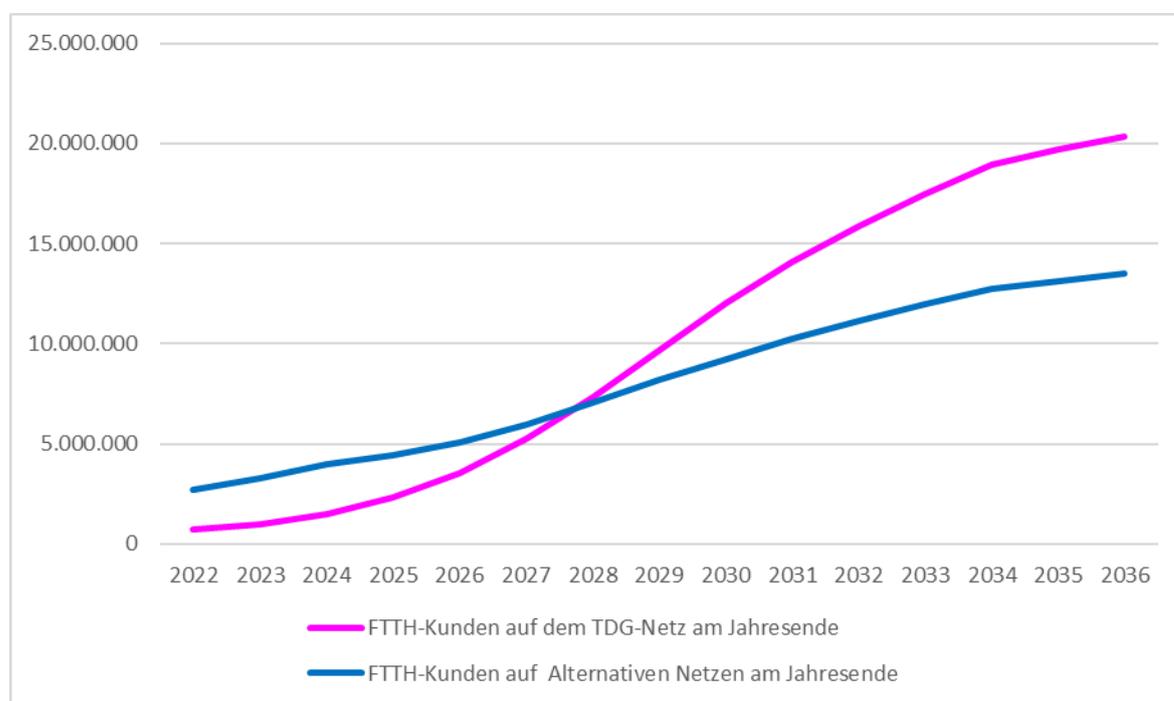
Im Basisszenario wird unterstellt, dass bei paralleler Erschließung 65% der Kunden auf dem Netz der TDG und 35% auf dem alternativen Netz geschaltet werden. Dies berücksichtigt, dass die TDG nicht nur eigene Retail-Kunden auf ihren FTTH-Netzen schaltet, sondern auch mit zahlreichen vertriebsstarken Marktteilnehmern Vorleistungsverträge geschlossen hat (z.B. 1&1, Telefónica, Vodafone), in zahlreichen Fällen auch sogenannte Commitment-Verträge, die für die Vorleistungsnachfrager starke Anreize schaffen, dort, wo (potenziell) die Wahl zwischen zwei Vorleistungsanbietern besteht, die Anschlüsse auf dem Netz des Incumbents zu aktivieren. Hinzu kommt, dass die Zusammenarbeit mit neuen Vorleistungspartnern auf Seiten der Vorleistungsnachfrager nicht unerhebliche Transaktions- und Prozess/IT-Kosten verursacht, die unter der Voraussetzung paralleler Netze kaum amortisierbar erscheinen.

Ein Wechsel der Kunden zwischen den beiden Netzen ist nach erfolgter Aktivierung im Modell nicht abgebildet, in der Praxis, wenn überhaupt, aber auch nur in sehr geringem Umfang zu erwarten.

Schließlich berücksichtigen wir in unserer Modellierung, dass die Nachfrage nach FTTH infolge von wachsendem Bandbreitenbedarf, einer höheren Marktreife (insbesondere auch mit Blick auf das Wholesale-Geschäft) und besseren Vermarktungsmöglichkeiten aufgrund der höheren Abdeckung in den kommenden Jahren steigen wird. Dies wird durch im Zeitablauf kontinuierlich wachsende initiale Take-up-Raten in den Kohorten abgebildet. Zugleich wird unterstellt, dass sich zwischen 2025 und 2029 der initiale Take-up bei der TDG, dem der Alternativen annähert. Ab 2029 liegt der initiale Take-up (unter „stand alone“ Bedingungen) in beiden Netzen bei 45%.

Aufgrund der höheren Netzabdeckung und einer (im Vergleich zu heute) erfolgreicherer Vermarktung übersteigt die Zahl der Kunden auf dem FTTH-Netz der TDG in unserer Modellierung die der Kunden auf den alternativen FTTH-Netzen in 2028. Laut den Modellergebnissen würden 2036 60% der FTTH-Kunden das Netz der TDG nutzen.

Abbildung 4-6: Entwicklung der Anzahl der FTTH-Kunden auf den Netzen der TDG und der alternativen Anbieter

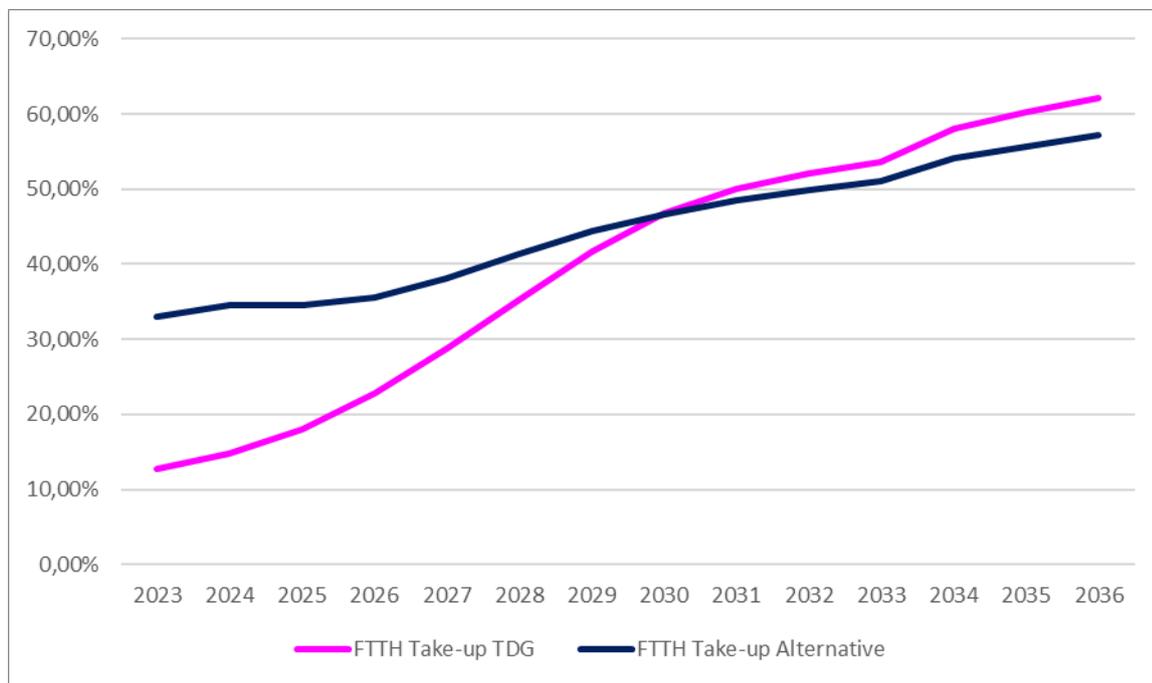


Quelle: WIK

Betrachtet man anstelle der Kundenzahlen die Take-up-Raten, wird im Modell deutlich, dass die TDG in 2030 erstmals einen höheren Take-up für FTTH als die alternativen Wettbewerber erreicht. Dies ist insbesondere durch die Annahme bedingt, dass unterstellt wird, dass sich (private und gewerbliche) Kunden, dann, wenn zwei Netze an einer Adresse verfügbar sind, in der Mehrzahl für das Netz der TDG entscheiden.

Der parallele Netzausbau an 20% der gewerblichen und privaten Standorte führt auch dazu, dass weder die TDG noch die alternativen Netze das identifizierte Marktpotenzial auf ihren jeweiligen Netzen ausschöpfen können. In 2036 liegt der Take-up im Bundesdurchschnitt bei der TDG bei 62% und auf den Netzen der Alternativen bei 57%. Auch wenn diese Werte bei einer Fortschreibung der Prognose über 2036 hinaus durch Kundenzuwächse in den später gestarteten Kohorten noch anwachsen würden, wird das (ohne eine forcierte Migration) erwartete Potenzial von 75% deutlich unterschritten.

Abbildung 4-7: Entwicklung der Take-up-Rate auf den Netzen der TDG und der alternativen Anbieter



Quelle: WIK

In 2029 übersteigt der FTTH-Take-up bei der TDG im Bundesdurchschnitt die Marke von 40%. Dies ist für unsere Analyse insoweit relevant, als dass die Analysen in Abschnitt 3.4 ergeben haben, dass ein eigenes FTTH-Netz der TDG in urbanen Gebieten mit einer Auslastung von über 44% höhere EBTs generiert als ein x-DSL-Netz mit gleicher Auslastung. Die entsprechenden Auslastungsquoten in mittelstädtischen und ländlichen Gebieten werden im Bundesdurchschnitt ohne eine forcierte Migration nicht erreicht. Dies unterstreicht, dass für den Zeitpunkt der Abschaltung des Kupfernetzes der TDG nicht primär die Auslastung auf ihrem eigenen FTTH-Netz ausschlaggebend sein dürfte.

4.4 Verlauf der Kundenentwicklung auf dem x-DSL-Netz

Für die Identifikation der Zeitpunkte, ab denen für die TDG betriebswirtschaftliche Anreize für die Schließung der Kupfernetze bestehen, ist insbesondere die Kundenentwicklung auf dem x-DSL-Netz ausschlaggebend.

Stand Ende 2023 waren auf der x-DSL Plattform der TDG 24,5 Mio. aktive Leitungen geschaltet.⁴⁶ In Anbetracht der 38,4 Mio. aktiven leitungsgebundenen

⁴⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2024b).

Breitbandanschlüssen, entfielen zum damaligen Zeitpunkt 63,8% der Breitbandanschlüsse auf x-DSL.

Grundsätzlich wird sich der Kundenaufwuchs auf den bestehenden und neu entstehenden FTTH-Netzen in den kommenden Jahren aus vier verschiedenen Quellen speisen:

- Kunden, die heute über x-DSL versorgt werden (24,5 Mio. [Stand Ende 2023])
- Kunden, die heute über HFC versorgt werden (8,6 Mio. [Stand Ende 2023])
- Kunden, die heute über andere Technologien mit stationärem Breitband versorgt werden (1 Mio. [Stand Ende 2023])
- Kunden, die heute kein stationäres Breitbandprodukt nutzen, sondern „Mobile-only“ oder freiwillig oder gezwungenermaßen „Verweigerer“ sind (6,6 Mio. [Stand Ende 2023]).

Führt man sich vor Augen, dass die Zahl der FTTH-Kunden gemäß unserer Annahmen von 4,3 Mio. (Ende 2023) auf 33,9 Mio. (Ende 2036) bei einer als konstant angenommenen Zahl von Haushalten und Unternehmensstandorten ansteigen wird, liegt auf der Hand, dass dies nur über eine breite Substitution von x-DSL- durch FTTH-Anschlüsse erreicht werden kann.

Zwischen 2013 und 2023 ist die Zahl der aktiven stationären Breitbandanschlüsse in Deutschland laut Zahlen der Bundesnetzagentur um 9,7 Mio. gestiegen. Mittlerweile nutzen 85% aller privaten Haushalte und Gewerbestandorte ein stationäres Breitbandprodukt. Wir prognostizieren, dass auch in den kommenden Jahren ein leichtes Wachstum zu erwarten ist, das sich jedoch kontinuierlich abschwächt. Wir gehen davon aus, dass in 2030 von 90% aller privaten Haushalte und Gewerbestandorten ein stationäres Breitbandprodukt genutzt wird, was einem Wachstum von 2 Mio. Anschlüssen entspricht. Wir gehen zudem davon aus, dass diese zusätzlichen Anschlüsse komplett über FTTH realisiert werden. Die Zahl der „Mobile-only“ und Verweigerer wird somit bis 2030 auf 4,6 Mio. zurückgehen.

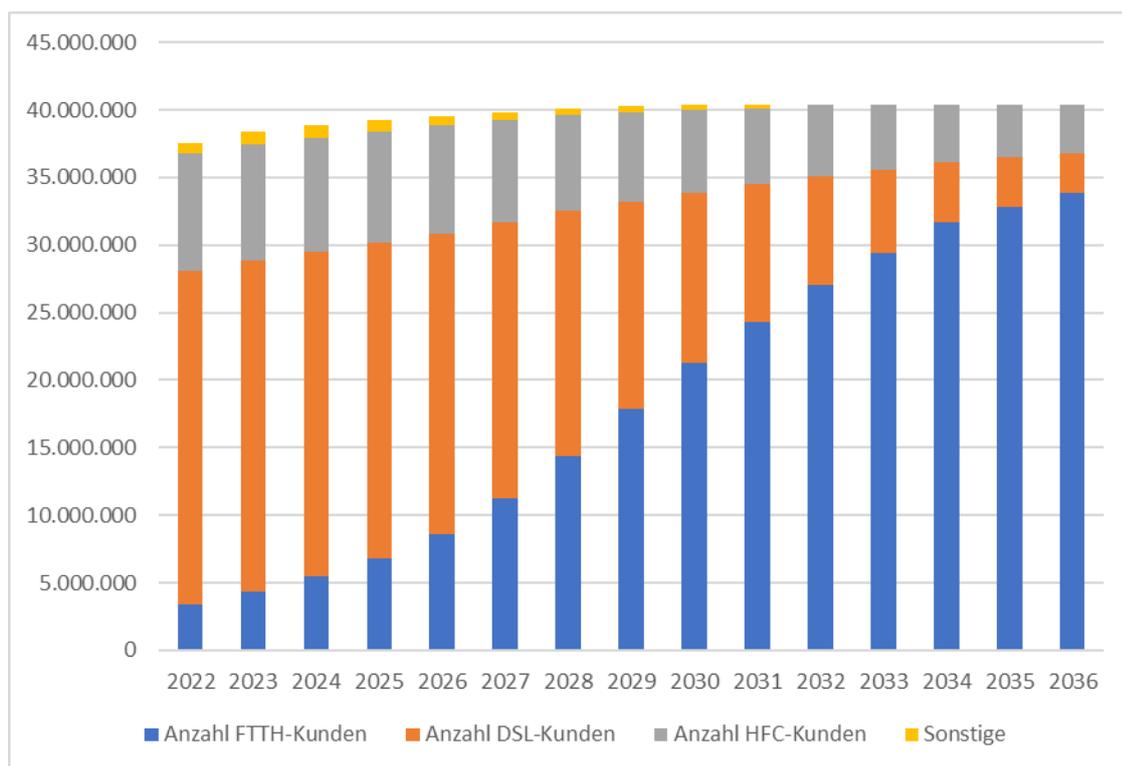
Stand Ende 2023 wurden 1 Mio. Anschlüsse über alternative Technologien, maßgeblich Satellit und Fixed Wireless, realisiert. Wir gehen davon aus, dass diese Technologien, die überwiegend in Gebieten genutzt werden, die nicht mit leitungsgebundenen Technologien erreichbar sind, mit dem zunehmenden FTTH-Ausbau Schritt für Schritt durch FTTH-Anschlüsse substituiert werden und ab 2032 praktisch keine Marktrelevanz mehr haben werden.

Der ganz überwiegende Teil der in Zukunft mit FTTH-versorgten Teilnehmer wird sich jedoch aus Teilnehmern speisen, die heute über x-DSL und HFC versorgt werden.

Für die HFC-Netze prognostizieren wir einen Rückgang von 8,6 Mio. auf 3,6 Mio. Breitbandkunden. Dieser Rückgang hängt u.a. damit zusammen, dass HFC-Anbieter in den kommenden Jahren proaktiv HFC- in FTTH-Anschlüsse umwandeln werden. Gleichwohl werden die HFC-Anbieter dort, wo sie weiterhin auf HFC setzen, über Optimierungsmaßnahmen wie die Freigabe weiterer Frequenzen für Breitbandleistungen und/oder weiteres Node Splitting ihre Netze soweit wettbewerbsfähig halten, dass HFC in 2035 x-DSL als zweitgrößte Breitbandplattform ablösen wird.

Wir gehen davon aus, dass bis 2036 80% der FTTH-Kunden ihren x-DSL Anschluss durch ein FTTH-Produkt substituieren werden. In Summe werden damit im Vergleich zu 2023 auch ohne eine forcierte Migration 21,6 Mio. x-DSL Kunden auf Glasfaser wechseln. In 2029 wird die Zahl der FTTH-Kunden erstmals höher als die der x-DSL-Kunden sein.

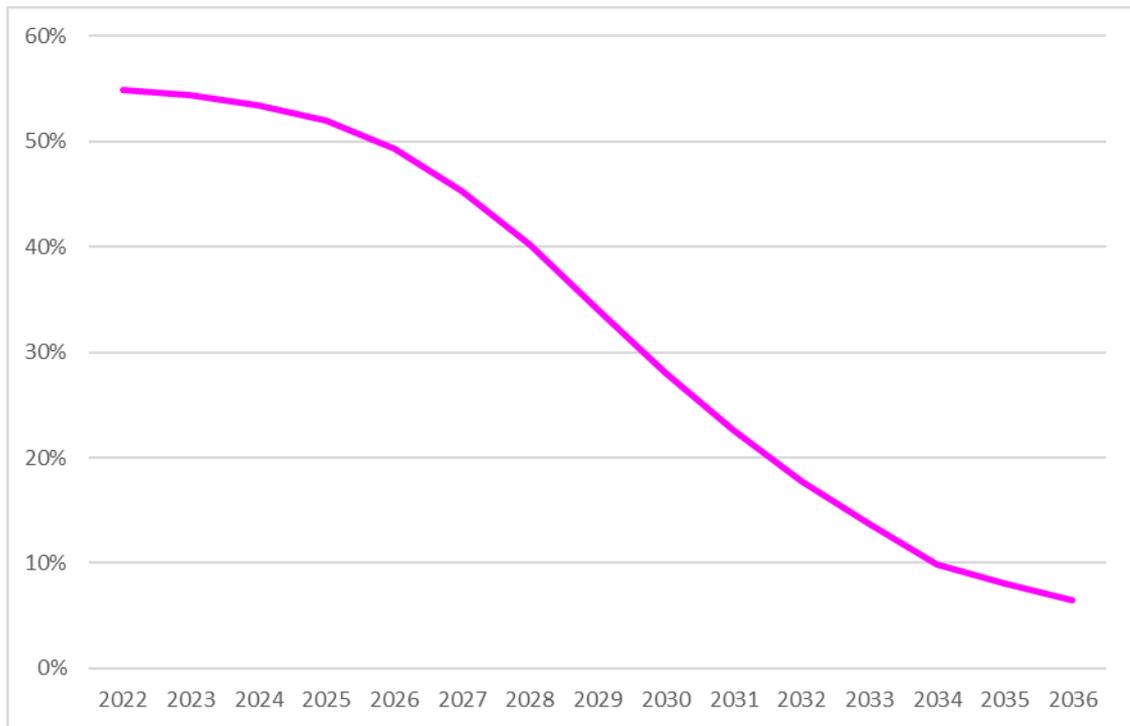
Abbildung 4-8: Entwicklung der Anzahl der Breitbandkunden nach Zugangstechnologie



Quelle: WIK

Unterstellt man, dass das x-DSL-Netz nahezu alle 45 Mio. privaten und gewerblichen Adressen abdeckt, lag die Netzauslastung Stand Ende 2023 bei 55%. Wir prognostizieren für die kommenden Jahre, dass die Zahl der Kunden und die Auslastung auf der x-DSL-Plattform der TDG kontinuierlich zurückgehen wird, zunächst allerdings nur langsam.

Abbildung 4-9: Entwicklung des Take-up auf der x-DSL-Plattform der TDG



Quelle: WIK

In 2030 fällt der Take-up im Kupfernetz im Bundesdurchschnitt auf unter 30%, so dass über Wholebuy auf Basis der Glasfaser-TAL in mittelstädtischen Gebieten höhere EBTs als im x-DSL-Netz generiert werden (können).⁴⁷ In 2032 sinkt die Take-up-Rate im Bundesdurchschnitt auf 18% - bei dieser Rate können Kupfernetze in ländlichen Gebieten nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden. In 2033 sinken die Take-up-Raten im Bundesdurchschnitt auf 14%, so dass weder in städtischen, noch in halbstädtischen noch in ländlichen Gebieten ein profitabler Netzbetrieb im Kupfernetz mehr möglich ist. Spätestens dann sollte die vollständige Abschaltung des Kupfernetzes eingeleitet sein.

In Abbildung 4-10 ist dargestellt, wann die ermittelten kritischen Auslastungswerte in mittelstädtischen Gebieten erreicht werden. Im Ergebnis wird sichtbar, dass in dem von uns als wahrscheinlich erachteten HochlaufszENARIO im Bundesdurchschnitt vor 2030 keiner der ermittelten kritischen Auslastungsgrade erreicht wird. Eine bundesweit durchschnittliche Auslastung, bei der der Betrieb des Kupfernetzes unprofitabel wird, wird erst in 2033 erreicht. Für ländliche Gebiete ist dieser Zeitpunkt tendenziell etwas früher und für städtische Gebiete etwas später zu erwarten.

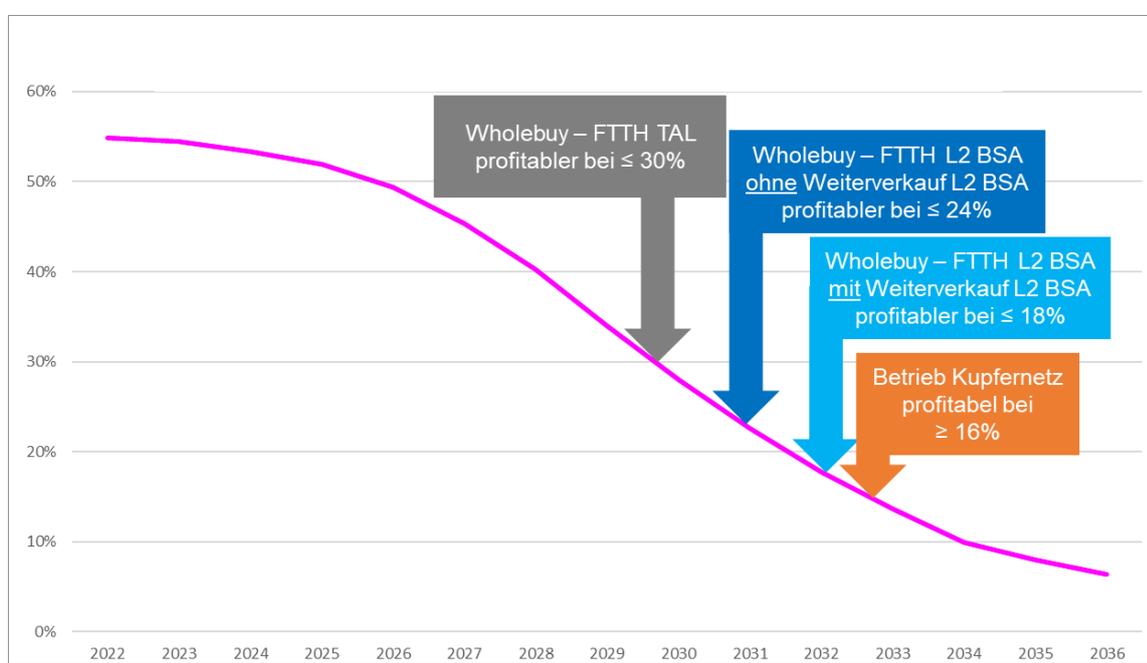
Auch wenn an einzelnen Standorten bereits sehr viel früher und ggf. auch bereits heute die Auslastung im Kupfernetz soweit zurückgegangen ist, dass die kritischen Auslastungsgrade unterschritten werden, ist ein Projekt wie die Kupfer-Glas-Migration

⁴⁷ Vgl. hierzu Szenario 3c in Abschnitt 3.5.3.

von solcher strategischer Relevanz, dass für die Initiierung der entsprechenden Prozesse eine entsprechende Durchdringung auf breiter Basis vonnöten ist, weswegen bundesweite Durchschnittswerte als ein realistisches Entscheidungskriterium erscheinen.

Unterstellt man eine Vorlaufzeit von zwei Jahren für die Vorbereitung und Definition der erforderlichen Geschäftsprozesse ist somit nicht davon auszugehen, dass das Thema einer forcierten Migration durch die TDG vor dem Jahr 2028 proaktiv auf die Agenda gesetzt werden wird.

Abbildung 4-10: Entwicklung des Take-up auf dem x-DSL-Netz der TDG – kritische Auslastungsgrade in mittelgroßen Städten



Quelle: WIK

4.5 Alternative Szenarien und Interpretation der Ergebnisse

Um die Sensitivitäten unserer Ergebnisse zu testen, betrachten wir zwei Alternativszenarien, ein Szenario mit einem schnelleren FTTH-Hochlauf und ein Szenario mit einem langsameren FTTH-Hochlauf (jeweils auf das Basis-Szenario bezogen).

Für das Szenario mit einem schnelleren FTTH-Hochlauf nehmen wir folgende Anpassungen gegenüber dem Basisszenario vor:

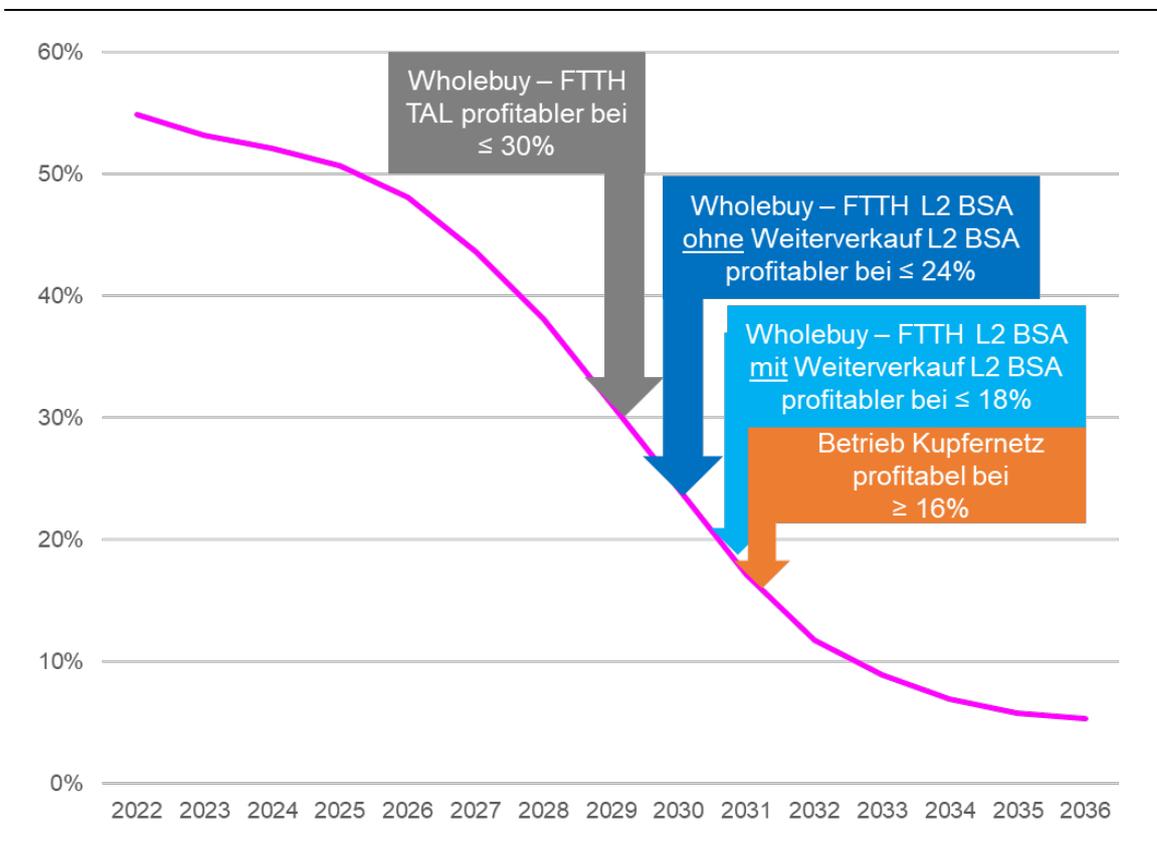
- Die Ausbauleistung bewegt sich zwischen 2025 und 2030 auf einem Niveau von durchschnittlich ca. 5 Mio. HP pro Jahr.

- Die Ausbauleistung verteilt sich ab 2027 zu gleichen Teilen auf den Incumbent und die alternativen Netzbetreiber.
- Der Umfang der parallel erschlossenen Gebiete steigt lediglich auf 18% an, dort wo parallele Erschließungen stattfinden, verteilen sich die Kunden zu gleichen Teilen auf den Incumbent und die alternativen Wettbewerber.

In diesem Szenario besteht ab dem Jahr 2031 eine FTTH-Vollabdeckung. Die TDG und die alternativen Wettbewerber erreichen bis 2036 Take-up-Raten im FTTH Netz von 61% bzw. 62%.

Auch wenn in diesem Szenario die Zahl der FTTH-Kunden stärker und schneller anwächst, wird auch hier die Auslastung von 30% im Bundesdurchschnitt im x-DSL-Netz erst im Jahr 2030 erreicht. Allerdings vollzieht sich der Kundenverlust in diesem Szenario schneller, so dass die Auslastung Ende 2031 bereits auf 17% und Ende 2032 auf 12% sinkt. Auch wenn damit der kritische Wert für die Profitabilität des Kupfernetzes ein Jahr früher erreicht wird, ist gleichwohl auch hier nicht davon auszugehen, dass das Thema einer forcierten Migration durch die TDG wesentlich früher als 2028 thematisiert werden dürfte.

Abbildung 4-11: Entwicklung des Take-up auf dem x-DSL-Netz der TDG – kritische Auslastungsgrade in mittelgroßen Städten in einem schnelleren HochlaufszENARIO



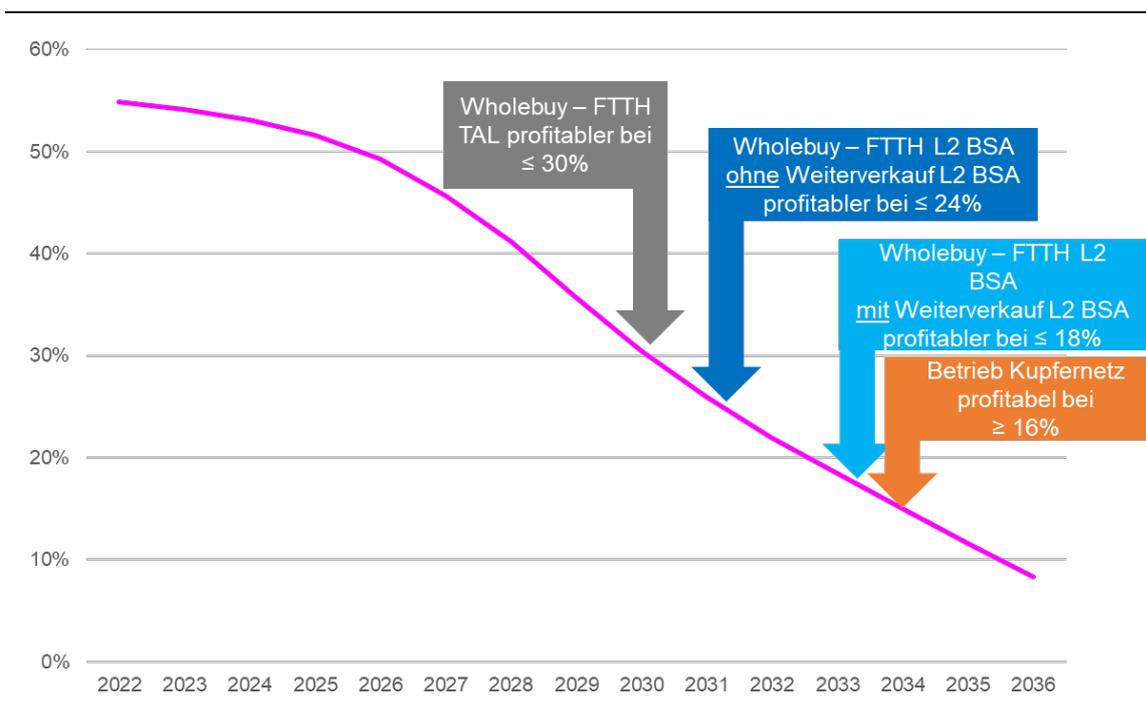
Für das Szenario eines langsameren FTTH-Hochlaufs nehmen wir folgende Anpassungen gegenüber dem Basisszenario vor:

- Die Ausbauleistung bewegt sich zwischen 2025 und 2035 auf einem Niveau zwischen 3 Mio. und 3,2 Mio. HP pro Jahr
- Der Anteil der TDG an den neu errichteten HP steigt auf 70% im Jahr 2028 und verbleibt dann konstant auf diesem Niveau.

Eine FTTH-Vollabdeckung wird in diesem Szenario erst im Jahr 2035 erreicht. Die TDG und die alternativen Wettbewerber kommen bis 2036 auf Take-up-Raten im FTTH-Netz von 60 bzw. 55%.

Auch in diesem Szenario sinkt die Auslastung im x-DSL-Netz im Jahr 2030 auf 30%, allerdings erst zum Ende des Jahres. Auf 16% geht die Auslastung allerdings erst im Jahr 2034 und damit ein Jahr später als im Basisszenario zurück.

Abbildung 4-12: Entwicklung des Take-up auf dem x-DSL-Netz der TDG – kritische Auslastungsgrade in mittelgroßen Städten in einem langsameren HochlaufszENARIO



Quelle: WIK

Wie die Modellierungen zeigen, besteht für die TDG unter den aktuellen Rahmenbedingungen keinerlei Motivation für eine Forcierung des Themas Kupfer-Glas-Migration. Bei konstanter Marktentwicklung werden in 2028 in den ersten Gebieten Take-up Raten erreicht, bei denen in einzelnen Gebietstypen und Regionen eine Abschaltung einzelner PoPs für die TDG betriebswirtschaftlich attraktiv wird. In der Mehrzahl der

Gebiete ist ein kommerzieller tragfähiger Betrieb der x-DSL-Netze über das Jahr 2030 hinaus möglich und betriebswirtschaftlich sinnvoll.

Wie die Sensitivitätsrechnungen mit alternativen Hochlaufszzenarien zeigen, ist dieses Ergebnis relativ robust, da ein starker Rückgang der Auslastung selbst bei einer im Vergleich zu heute deutlich höheren Ausbauleistung erst nach 2030 stattfinden würde.

5 Ein Abschaltpfad auf Basis der Abschaltzenarien und der FTTH-Marktentwicklung

Es zeichnet sich ab, dass die forcierte Kupfer-Glas-Migration bei einer Herangehensweise, die sich an der Anreizsystematik der TDG ausrichtet, voraussichtlich frühestens in 2028 in relevantem Umfang eingeleitet wird. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Prozess nach seiner Initiierung relativ lange hinziehen wird. Da in unserer Modellierung erst in 2033 eine Vollabdeckung mit FTTH erreicht wird, ist erst nach 2035 mit einer vollständigen Abschaltung zu rechnen. Am Ende von 2030 werden sich auf der x-DSL-Infrastruktur immer noch 12,6 Mio. und am Ende von 2033 immer noch 6,2 Mio. Breitbandkunden dort befinden.

Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass unsere Modellierung eine Vollerschließung der jeweiligen Kohorten unterstellt, was mit Blick auf den heutigen Ausbau eine optimistische Annahme darstellt. Solange der lokale Ausbau deutliche Lücken aufweist, ist eine Abschaltung innerhalb des jeweiligen Gebiets nicht zu erwarten. In der Praxis könnte dies dazu führen, dass die tatsächlich zu erwartenden Abschalt-Termine zeitlich sogar noch später liegen als die Modellierungsergebnisse suggerieren.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage danach, welche Anreize eine Abschaltung der Kupfernetze durch die TDG beschleunigen können. Hierüber geben unsere Analyseergebnisse Auskunft:

Wenn die vorhandenen Baukapazitäten in geringerem Umfang für parallele Ausbauten eingesetzt werden, führt dies zu einer früheren Vollerschließung, einer höheren Auslastung auf den FTTH-Netzen und schafft damit Anreize für eine frühere Abschaltung der Kupfernetze. Dies ergibt sich daraus, dass bei einem geringeren Umfang von Ausbauten in bereits mit FTTH versorgten Gebieten die Verfügbarkeit im Marktmodell schneller ansteigt und zum anderen höhere Take-up Raten erreicht werden. Dadurch verändern sich die kritischen Auslastungsgrade, die die Abschaltentscheidung bestimmen.

In Gebieten, die frühzeitig und vollständig ausgebaut wurden, sind die betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen einer Abschaltung des Kupfer-Netzes ebenfalls früher erreichbar.

Je frühzeitiger die TDG in Gebieten, in denen für sie Wholebuy sinnvoll ist, mit der Migration der Kunden auf das alternative Glasfasernetz beginnt, desto eher sind in diesen Gebieten die betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen einer Abschaltung für sie erreichbar. Je schneller Wettbewerber auf ihrer eigenen Netzinfrastruktur zulasten des Kupfernetzes der TDG Kunden gewinnen, desto eher stellt sich für die TDG die Wholebuy-Option.

In jedem Falle führt intensiverer Wettbewerb dazu, dass die Zahl der x-DSL-Kunden schneller sinkt und die betriebswirtschaftlichen Abschaltévoraussetzungen früher gegeben sind. Gleiches gilt auch, wenn sich die Nachfrage nach Glasfaserprodukten intensiver entwickelt als unsere Modellannahmen unterstellen.

Nichtsdestotrotz ist zu erwarten, dass ein Abschaltéprozess, der ausschließlich anreizorientiert stattfindet, dazu führen wird, dass in Deutschland mit einer vollständigen Abschaltung des Kupfernetzes frühestens fünf Jahre nach dem von der EU-Kommission anvisierten Ziel (2030) zu rechnen ist. Wie wir in Kapitel 6 zeigen, ist unter Status-Quo Bedingungen mit einer vollständigen Abschaltung erst im Zeitraum 2035-2040 zu rechnen.

6 Marktverhalten und Handlungsoptionen zur Entwicklung eines gesamtwirtschaftlich ausgerichteten Abschaltépfads

6.1 Anreizorientierter versus gesamtwirtschaftlich ausgerichteter Abschaltépfad

Wir haben im Kapitel 5 dargelegt, welcher Abschaltépfad für das Kupfernetz bei einem reinen anreizorientierten Verhalten des Kupfernetzbetreibers und einer Fortschreibung des Ausbauverhaltens und der Nachfrageentwicklung in Deutschland wahrscheinlich wäre. Danach dürfte frühestens ab 2028 mit einem Beginn der Abschaltung in den ersten Regionen zu rechnen sein. Die vollständige Abschaltung wird danach für den Zeitraum 2035 bis 2040 zu erwarten sein.

Im Vergleich dazu, dass in einigen europäischen Ländern die Abschaltung des Kupfernetzes bereits weit fortgeschritten und in mehreren Mitgliedstaaten bis 2030 vollständig abgeschlossen sein wird,⁴⁸ wird Deutschland dann zu den Ländern gehören, die das Kupfernetz am spätesten abgeschaltet haben werden. Dies hat natürlich seine Ursache auch darin, dass das Kupfernetz in Deutschland leistungsfähiger aufgerüstet wurde als anderswo. Gleichwohl kann gesamtwirtschaftlich dieser sich abzeichnende Abschaltépfad nicht befriedigen. Denn die Konnektivitätsziele sind nicht bereits erreicht, wenn die Glasfasernetze verfügbar sind. Zu ihrer Erreichung gehört auch eine

⁴⁸ Vgl. hierzu Strube Martins et al. (2025).

beschleunigte Kupfer-Glas-Migration, an deren Ende die Abschaltung des Kupfernetzes steht. Denn nur, wenn die leistungsstarken Glasfasernetze nicht nur verfügbar sind, sondern auch tatsächlich genutzt werden, entfalten sie den ihnen zugerechneten gesamtwirtschaftlichen Nutzen. Vor allem geht es dabei um die Nutzung der modernen Infrastruktur durch vielfältige und innovative Anwendungen. Auch wenn Verfügbarkeit und Nutzung in vielfältigen Wechselbeziehungen zueinander stehen und untrennbar miteinander verbunden sind, zeigen aktuelle ökonomische Studien eindrucksvoll und deutlich, dass von der Nutzung hochleistungsfähiger Netze die größeren positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte ausgehen als von ihrer reinen Verfügbarkeit. So zeigen Briglauer u.a. (2025)⁴⁹ in einer ökonometrischen Studie, basierend auf Daten für 32 OECD-Länder, dass die Adaption von Festnetz - aber vor allem auch von mobilen Breitbandanschlüssen - einen großen und signifikanten Einfluss auf das BIP haben. Demgegenüber weist der Netzausbau an sich für sich genommen nur geringe Multiplikatoreffekte auf das Pro-Kopf BIP auf. Weiterhin ist gesamtwirtschaftlich auf den positiven Beitrag der FTTH-Netze für die Nachhaltigkeit hinzuweisen. FTTH-Netze und ihre intensive Nutzung sparen Ressourcen im Bereich knapper Rohstoffe und senken den Energiebedarf im TK-Sektor signifikant.⁵⁰

Diesen gesamtwirtschaftlichen Zusammenhängen folgend kommt es darauf an, der Kupfer-Glas-Migration einen hohen Stellenwert einzuräumen und diese zu beschleunigen.

Diese politisch regulatorische Aufgabe ergibt sich vor allem auch daraus, dass die gesamtwirtschaftlichen Vorteile einer Abschaltung des Kupfernetzes grösser sind als die betriebswirtschaftlichen Vorteile des Betreibers des Kupfernetzes. Denn seine betriebswirtschaftlichen Vorteile sind auch volkswirtschaftliche, darüber hinaus gibt es jedoch gesamtwirtschaftlich weitere. Diese fallen bei anderen FTTH-Betreibern, Diensteanbietern an oder verteilen sich diffus auf eine Vielzahl volkswirtschaftlicher Akteure im Bereich der Diensteanwendung. Die bei anderen Akteuren anfallenden Vorteile kann der Betreiber des Kupfernetzes aber kaum, in den meisten Fällen sogar überhaupt nicht, internalisieren. Insofern stellen sie für ihn Externalitäten dar. Sie fließen daher nicht in seinen Entscheidungskalkül über die Abschaltung und ihren Verlauf ein. Daraus folgt, dass der Betreiber des Kupfernetzes - seinem Entscheidungskalkül folgend - das Kupfernetz später abschaltet als dies gesamtwirtschaftlich wünschenswert wäre. Da die Abschaltung selbst ein sich über mehrere Jahre hinziehender Prozess ist, bezieht sich die gesamtwirtschaftliche Verzögerung des Abschaltprozesses sowohl auf seinen Start, seinen Verlauf als auch sein Ende.

⁴⁹ Vgl. Briglauer et al. (2025).

⁵⁰ Vgl. Zuloaga et al. (2024).

6.2 Marktverhalten und Handlungsoptionen zur Beschleunigung der Abschaltung

Alle Marktbeteiligten haben Einfluss auf den Abschaltedefad in Deutschland. Es ist nicht nur der Betreiber des Kupfernetzes, obwohl ihm dabei eine Schlüsselrolle zufällt. Aber auch das Ausbau- und Marketingverhalten alternativer FTTH-Betreiber und Diensteanbieter beeinflusst den Pfad sowie natürlich auch das Nachfrageverhalten der Endnutzer. Neben dem Betreiber des Kupfernetzes haben aber Politik und Regulierung eine weitere Schlüsselrolle durch die Gestaltung der Rahmenbedingungen der Kupfer-Glas-Migration.

Die im folgenden aufgezeigten Handlungsoptionen zur Beschleunigung des Abschaltedefades mit Blick auf das Verhalten der Marktteilnehmer als auch von Politik und Regulierung werden zwar nicht ausschließlich, so doch primär hinsichtlich ihrer Effekte auf den Abschaltedefad analysiert, definiert durch seinen Beginn, seinen Verlauf und seine Dauer. Die zu erwartenden Effekte sollen dabei, soweit möglich, mit Blick auf die Modellanalysen in den Kapiteln 3 und 4 abgeleitet werden. Es ist hier nicht das Ziel dieser Analyse die betrachteten Handlungsoptionen hinsichtlich ihrer rechtlichen Ausgestaltung beziehungsweise Erfordernisse zu bewerten. Neben den Handlungsoptionen, die zur Beschleunigung des Abschaltedefades führen würden, betrachten wir auch Aspekte des Verhaltens der Marktbeteiligten und der Regulierungsbehörde, die den Abschaltedefad verlangsamen könnten. Spiegelbildlich führen Änderungen hier zur Beschleunigung der Abschaltung.

Regulatorische/politische Handlungsoptionen:

- (1) Nationales Abschaltedefad
- (2) Neuausrichtung der Förderung
- (3) Diskriminierungsfreie Abschaltung
- (4) Überprüfung der Commitment-Verträge
- (5) Beschleunigung regulatorischer Verfahren
- (6) Frühzeitige Einforderung eines umfassenden Migrationsplans
- (7) Erhöhung der Kupfervorleistungspreise
- (8) Senkung der Vorleistungspreise Glas
- (9) Senkung der Förder-Entgelte
- (10) Begrenzung des Überbaus

Hinsichtlich des Marktverhaltens von Betreibern und Diensteanbietern geht es um folgende Handlungsstränge:

- (11) Mehr Flächendeckung im Ausbau

- (12) Schließung der Lücke zwischen HP und HC
- (13) Stärkeres Wholebuy der TDG auf alternativen FTTH-Netzen
- (14) Mehr Wettbewerb auf den Glasfasernetzen.

In Abschnitt 6.3 werden wir versuchen, die relative Bedeutung dieser Handlungsoptionen für den Abschaltedefad zusammenzufassen.

6.2.1 Nationales Abschaltedatum und Abschaltungsvoraussetzungen

Den unmittelbarsten und direktesten Effekt auf die Abschaltung des Kupfernetzes hätte ein nationales Abschaltedatum, bis zu dem (spätestens) alle Teile des Kupfernetzes abzuschalten wären. Aus diesem Grund erwägt die EU-Kommission die Vorgabe eines europaweit einheitlichen Zieldatums der Abschaltung⁵¹. Auch wenn ein europaeinheitliches Zieldatum - vor allem wenn dies ein relativ frühes sein sollte - den Realitäten der Entwicklung der Glasfasernetze in den Mitgliedstaaten nicht gerecht würde, kann das Konzept eines nationalen Zieldatums gesamtwirtschaftlich vorteilhaft sein. Am transparentesten und wirksamsten wäre ein festes und verbindliches Zieldatum. Nach unserer in Kapitel 4 beschriebenen wahrscheinlichen Ausbauentwicklung könnte ein derartiges Zieldatum mit Blick auf Deutschland nicht vor 2035 liegen. Dies wäre aber bis zu 5 Jahre schneller als ein ausschließlich anreizorientierter Prozess dauern könnte.

Neben der Vorgabe eines expliziten Zieldatums ließe sich eine Beschleunigung der Abschaltung auch durch einen Bezug zum Ausbaugrad der FTTH-Netze herstellen. So könnte der Start der Abschaltung erster Gebiete festgelegt werden, sobald eine bestimmte (nationale) Netzabdeckung erreicht wäre. Weiterhin könnte eine Abschaltung noch nicht abgeschalteter Gebiete einzuleiten sein, wenn die (nationale) Netzabdeckung nahe einer flächendeckenden Verfügbarkeit (zum Beispiel 95%) läge. Noch zielführender mit Blick auf eine beschleunigte Abschaltung ist eine Abschalteregeln, nach der das Kupfernetz in einem definierten Gebiet abgeschaltet wird, sobald dort ein flächendeckendes Glasfasernetz verfügbar ist. In Belgien wurde dieser Zeitraum auf maximal fünf Jahre festgelegt⁵², vorstellbar ist aber auch ein kürzerer Zeitraum von 3-4 Jahren.

Da es für das Vorliegen von Abschalttevoraussetzungen aber letztlich auf die Verhältnisse in jedem einzelnen Gebiet ankommt, könnte auch die verbliebene Beschaltung mit aktiven Kupferanschlüssen eine Pflicht zur Abschaltung nahelegen. Diese Untergrenze einer Beschaltung ließe sich aus Überlegungen und Berechnungen ermitteln, wie wir sie in Abschnitt 3.3 dargelegt haben. Bei den von uns dort exemplarisch ermittelten Profitabilitätsgrenzen lohnt sich weder einzelwirtschaftlich für den Betreiber des Kupfernetzes noch gesamtwirtschaftlich sein Weiterbetrieb. Eine Abschaltung würde

⁵¹ Vgl. European Commission (2024).

⁵² Vgl. hierzu Strube Martins et al. (2025).

spätestens dann erfolgen. Soll dem Vorliegen von gesamtwirtschaftlich relevanten Externalitäten Rechnung getragen werden, wären diese Entscheidungspunkte um mehrere Prozentpunkte vorzulegen. Das letztgenannte Konzept würde eine größtmögliche Geschwindigkeit der Abschaltung nach sich ziehen.

6.2.2 Neuausrichtung der Förderung

Es ist hier nicht der Ort einer geschlossenen und umfassenden Analyse der Förderpolitik. Es sollen hier nur die Aspekte herausgearbeitet werden, bei denen sich unmittelbare Effekte zur Abschaltung des Kupfernetzes zeigen. Generell gilt zunächst, dass erst durch Förderung die Voraussetzungen für eine Abschaltung des Kupfernetzes in Gebieten, die eigenwirtschaftlich nicht erschließbar sind, geschaffen werden.

Wir sehen vor allem drei Aspekte, bei denen das bestehende Förderregime durch eine andere Ausgestaltung bessere Voraussetzungen für die Abschaltung schaffen beziehungsweise unterstützen kann:

- (1) Sicherstellung der Flächendeckung in den Fördergebieten
- (2) Stärkere Verzahnung des eigenwirtschaftlichen mit dem geförderten Ausbau
- (3) Schließung des Gaps zwischen HP und HC in den Fördergebieten

Auch in den Fördergebieten erfolgt der Ausbau nicht flächendeckend, obwohl dieser Aspekt positiv in die Bewertung eines Förderantrags einfließt. Vor allem aber sind Fördergebiete oft so geschnitten, dass Häuser mit besonders hohen Erschließungskosten nicht in das Fördergebiet eingeschlossen werden. Mit der Gigabitrichtlinie 2.0 wurden Maßnahmen initiiert, die das Ziel verfolgen, eine höhere Flächendeckung in den Fördergebieten zu erreichen., z.B. durch eine restriktive Handhabung von Ausnahmen.

Dies ist von Relevanz, wenn Förderung ihren größtmöglichen Beitrag zur Schaffung von Abschaltvoraussetzungen leisten soll. Dies muss nicht bedeuten, dass in jedem Fall 100% aller Häuser in einem Anschlussgebiet angeschlossen werden müssen. Es kann gesamtwirtschaftlich durchaus adäquat sein, besonders teuer zu erschließende Gebäude nur unter bestimmten Voraussetzungen oder gar nicht an ein FTTH-Netz anzuschließen. Diese Diskussion kann und soll hier nicht abgeschlossen werden. Sie ist vielmehr im Rahmen von verfügbaren Budgetmitteln sowie der regulatorischen Diskussion und Festlegung von Abschaltvoraussetzungen zu führen.

Auch durch eine stärkere Verzahnung von eigenwirtschaftlichem und gefördertem Ausbau kann die Flächendeckung von FTTH-Netzen gefördert werden, auch wenn dies die EU-Beihilfeleitlinien ihrem Wortlaut nach, nicht vorsehen. Ein Ansatz dazu ist das Erfordernis, größere Ausbaugebiete, in denen es förderfähige und nicht förderfähige

Anschlüsse gibt, flächendeckend auszubauen. Gibt es hinreichend intensiven Wettbewerb um die Fördermittel, ergibt sich die Ermittlung einer förderfähigen Wirtschaftlichkeitslücke, die keine Überförderung beinhaltet. Bei Zweifeln daran oder bei nicht hinreichendem Förderwettbewerb kann die geforderte Wirtschaftlichkeitslücke überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Bei funktionierendem Wettbewerb führt dieser Ansatz - anders als im bestehenden Regime – dazu, dass auch die einzusetzende Förderung geringer wird. Denn die Förderwerber müssen hierbei das vorhandene interne Subventionierungspotential zur Flächendeckung einsetzen. Außerdem werden so die Ausbaurkosten im Vergleich zu einem Nachverdichtungsansatz minimiert. Ein derart modifizierter Förderansatz entwickelt durch seine Ausstrahlung auf den eigenwirtschaftlichen Bereich einen besonderen Hebel zur Herbeiführung von flächendeckendem FTTH-Netzen. Im Ergebnis wird Flächendeckung früher erreicht. Das gleiche gilt für die Schaffung von Abschaltvoraussetzungen. Eine frühere Abschaltung wird sich einstellen.

Förderung sollte auch die Lücke zwischen HP und HC im geförderten Bereich schließen. Stichprobenhafte Erhebungen der Projektträger deuten darauf hin, dass in den gefördert ausgebauten Gebieten zwischen 75% und 83% der Homes Passed erreichbaren Gebäude über einen Hausübergabepunkt verfügen. Nicht erfasst wurden dabei jedoch die Wohnungsanschlüsse zur Herstellung von Homes Connected. Insofern ist davon auszugehen, dass die Flächendeckung mit Homes Connected in den Fördergebieten unterhalb der oben genannten Prozentwerte liegt.

Der Anteil der Homes Connected im Förderkontext ließe sich dadurch erhöhen, dass Förderung nur gewährt wird, wenn (nahezu) alle Anschlüsse HC ausgebaut werden. Dazu sollte das heute schon bestehende Erfordernis HC zu bauen, förderrechtlich gegenüber den Fördernehmern umfassend durchgesetzt werden. Es ist davon auszugehen, dass eine derartige durchgesetzte Auflage auch eine gewisse Ausstrahlung auf das Ausbauverhalten im eigenwirtschaftlichen Bereich, zumindest im unmittelbar angrenzenden Bereich, haben würde. Die Wirkung einer derartigen Auflage auf das Abschaltverhalten wird genauso wie generell für eine Schließung der HP/HC-Lücke in Abschnitt 6.2.11 beschrieben.

6.2.3 Diskriminierungsfreie Abschaltung

Betrachtet die TDG nicht nur eigene Glasfasernetze, sondern auch diejenigen alternativer Betreiber als Zielnetze, hat dies einen positiven Effekt auf die Abschaltung. Sie wird dann mit der Abschaltung des Kupfernetzes nicht warten, bis es (vollständig) unwirtschaftlich wird, es weiterzubetreiben. Sie wird vielmehr die Gewinnerzielungsmöglichkeiten mit auf den anderen Netzen eingekauften Vorleistungen in ihr Entscheidungskalkül einbeziehen. Diesen Fall haben wir im Szenario 3 im Kapitel 3 beschrieben.

Wird die diskriminierungsfreie Abschaltung so implementiert, dass auch die Betreiber alternativer FTTH-Netze eine Abschaltung in einem bestimmten Gebiet initialisieren können, wenn dort ansonsten die Voraussetzungen für eine Abschaltung erfüllt sind, ist mit einer noch früheren Abschaltung zu rechnen als im Wholebuy-Szenario der TDG. Denn alternative Betreiber werden in diesem Falle die Abschaltung unabhängig vom verbliebenen Beschaltungsgrad des Kupfernetzes initialisieren. Im Vergleich zu den Szenarien des Wholebuy wird es sich dabei jedoch realistischweise nur um einen schmalen Korridor handeln, in dem eine frühere Abschaltung möglich sein wird. Dies gilt insbesondere, wenn eine Abschaltvoraussetzung wettbewerbliche Angebote auf dem alternativen Glasfasernetz sind. Damit soll aber an dieser Stelle keine Aussage dazu getroffen werden, ob diese Form der Initialisierung von Abschaltung rechtlich unter den bestehenden gesetzlichen Rahmenbedingungen möglich bzw. zulässig wäre.

Auch wenn eine Initialisierung der Abschaltung durch alternative Betreiber rechtlich begrenzt oder nicht möglich wäre, kann die Regulierungsbehörde bei Durchsetzung des Nicht-Diskriminierungsansatzes zur Beschleunigung der Abschaltung beitragen. Sie müsste darauf achten, dass – dem Grundsatz der Nichtdiskriminierung folgend – es keine Priorisierung bei der Abschaltung von Gebieten zugunsten des Kupfernetzbetreibers gibt. Immer dann wenn vergleichbare Voraussetzungen auf Seiten des Kupfernetzes sowie des oder der Zielnetze vorliegen, wäre die Abschaltung vom Incumbent einzuleiten. Anderenfalls würde er gegen den Grundsatz der Nichtdiskriminierung verstoßen.

Die diskriminierungsfreie Abschaltung löst einen weiteren beschleunigenden Effekt auf die Abschaltung aus. Sieht der Abschalterahmen eine diskriminierungsfreie Abschaltung vor, entstehen dadurch positive Anreize für (weitere) Investitionen in den FTTH-Ausbau. Die alternativen Betreiber können nun realistischweise damit rechnen, dass auch die marktstarke TDG Vorleistungen auf ihren Netzen nachfragen wird. Durch diesen positiven Investitionsanreiz wird die flächendeckende Verfügbarkeit und damit die Abschaltung früher erreicht.

6.2.4 Überprüfung der Commitment-Verträge

Die heute zwischen den großen Diensteanbietern und der TDG abgeschlossenen Vorleistungsverträge sehen vor, dass die Vorleistungsnachfrager in den Genuss niedrigerer Vorleistungspreise kommen, wenn sie über die Zeit betrachtet ein vorab definiertes Nachfragecommitment erreichen. Die entsprechenden Nachfragevolumina sind erreichbar mit Anschlüssen, die sie auf dem Kupfernetz als auch auf den Glasfasernetzen der TDG erreichen können. Insofern wurde das ursprünglich nur für Kupferanschlüsse vorgesehene Commitment-Modell auch auf Glasfaseranschlüsse erweitert.

Hat ein Vorleistungsnachfrager, der einen derartigen Commitment-Vertrag abgeschlossen hat, in einem bestimmten Ausbaugebiet nun die Option, das

Glasfasernetz eines Wettbewerbers der TDG durch Begründung einer entsprechenden Vorleistungsbeziehung zu nutzen, so hat dies Einfluss auf die Erfüllung seines Commitment-Vertrages mit der TDG. Migriert dieser Vorleistungsnachfrager nun Kunden, die er bislang über eine Vorleistung auf dem Kupfernetz der TDG bedient hat, auf das Glasfasernetz des Wettbewerbers, verliert er Anschlussvolumen, mit dem er sein Nachfragecommitment aus dem Vorleistungsvertrag mit der TDG erfüllen kann. Entsprechend steigt sein Risiko, das Nachfragecommitment nicht erfüllen zu können. Würde er stattdessen einen Kunden vom Kupfernetz auf ein Glasfasernetz der TDG migrieren, bliebe das Nachfragesvolumen zur Erfüllung seines Commitments unberührt.

Diese, den weitaus größten Teil des relevanten Marktes betreffenden Commitmentverträge haben nicht nur einen (negativen) Einfluss auf den FTTH-Ausbauwettbewerb, sie behindern auch die Kupfer-Glas-Migration. Die Commitmentverträge erschweren es, alternativen Netzbetreibern, die großen Diensteanbieter als Vorleistungskunden zu gewinnen. Dadurch wird es für diese schwieriger oder gar unmöglich, die für die Profitabilität der FTTH-Investitionen erforderliche kritische Take-up-Rate zu erreichen. Dies stellt einen negativen Investitionsanreiz für (weitere) FTTH-Investitionen dar. Dadurch sinkt die gesamtwirtschaftliche Ausbaurate. Im Marktmodell von Kapitel 4 verzögert sich der Vollausbau des FTTH-Netzes. Entsprechend verzögern sich die Voraussetzungen für eine Abschaltung und der Abschaltprozess verzögert sich. Gelingt es den alternativen FTTH-Betreibern nicht, die Diensteanbieter auf ihr Netz zu ziehen, rechnet sich für die TDG eher eine Überbaustrategie. Ein dadurch induzierter (verstärkter) Überbau wiederum verzögert zusätzlich die Erreichung von Flächendeckung, wie wir im Marktmodell gezeigt haben.

Diese Problemlage hat letztlich ihre Ursache in den Anreizen für Diensteanbieter, ihre Kunden nur über die Netze der TDG zu bedienen. Umgekehrt gilt, würden die FTTH-Commitmentverträge in Ausbaugebieten von alternativen FTTH-Wettbewerbern (mit oder ohne parallelem FTTH-Netz der TDG) nicht anwendbar sein, entfielen diese Barrieren für Wholesalewettbewerb. Es fiel jetzt alternativen Betreibern leichter, Diensteanbieter auf ihr Netz zu ziehen, da der unüberspringbare Wettbewerbsvorteil der Kopplung von Leistungen von Kupfer- und Glasfasernetz für die TDG in den entsprechenden Gebieten entfielen. Es hängt jetzt nur an den Konditionen für die Vorleistungen auf dem Glasfasernetz, ob und wann Diensteanbieter wechseln. Haben sie diesen Schritt einmal vollzogen, gibt es eine verstärkte Kupfer-Glas-Migrations-Dynamik, da Diensteanbieter nun (verstärkte) Anreize zur effizienten Auslastung der Netzkomponenten haben, die für sie Fixkosten darstellen. Dies können sie nur durch den Vertrieb von mehr Glasfaseranschlüssen realisieren. Dadurch sinkt die Auslastung des Kupfernetzes schneller und seine Abschaltung erfolgt früher.

6.2.5 Beschleunigung regulatorischer Verfahren

Auch die von der BNetzA durchzuführenden regulatorischen Verfahren haben einen Einfluss darauf, wann die Abschaltung beginnt und wie lange sie dauert.

Die BNetzA hat in ihrem Impulspapier⁵³ einen Verfahrensweg skizziert, der im Ergebnis zu einem relativ langwierigen Abschaltprozess führen wird. Die BNetzA avisiert, dass die TDG in Verbindung mit einem Abschaltantrag nach §34 TKG auch Anträge auf Änderung der relevanten Regulierungsverfügungen und aller relevanten Standardangebote für Kupfervorleistungsprodukte stellen müsse. Die zuletzt genannten Anträge seien nach Durchlauf der entsprechenden Regulierungsverfahren erst abzuschließen, bevor ein Abschaltantrag nach §34 beschieden werden könne. Nach den Erfahrungen aus bisherigen Verfahren würde dies eine Verfahrensdauer von 3 bis 4 Jahren nach sich ziehen. Sollte es so sein, dass - wie hier argumentiert⁵⁴ - erst ab 2028 mit Abschaltungsinitiativen der TDG zu rechnen sei, ergäbe sich eine Abschaltung des Kupfernetzes in ersten Gebieten erst ab 2031/32.

Um den regulatorischen Abschaltprozess zu beschleunigen, legt die BNetzA der TDG nahe, die Änderungen der Standardangebote und der Regulierungsverfügungen bereits vor einer ersten Beantragung einer Abschaltung nach §34 zu beantragen. Wenn die TDG auf diesen Vorschlag einsteigt, könnte der Zeitpunkt einer ersten Abschaltung 2 Jahre früher liegen. Gleichwohl verbliebe der Prozess weiter vollständig in der Hand des regulierten Unternehmens und es wäre gesamtwirtschaftlich nichts gewonnen.

Dabei verfügt die BNetzA mit § 29 (9) TKG über die Verfahrensgrundlage, den Prozess der Änderung von Standardangeboten und der Regulierungsverfügungen selbst zu initialisieren. Damit könnte die Gesamtdauer, bis es zu einer Abschaltung kommen kann, um 3 bis 4 Jahre verkürzt werden. Des Weiteren könnte die BNetzA ein Fast-Track-Verfahren entwickeln, das den regulatorischen Gesamtprozess noch einmal deutlich verkürzen würde. Ebenso wie bei anderen Regulierungsbehörden üblich, könnte die BNetzA auch wesentliche materielle Themen von Migrationsplan, Migrationskosten und Abschaltplan im Rahmen aktueller Marktanalysen adressieren.⁵⁵

Das Impulspapier der BNetzA gibt auch keine Hinweise, wie nach dem ersten (Grundsatz-)Verfahren nach §34 Folgeverfahren für weitere Gebiete beschleunigt ablaufen könnten. Hier wäre zum Beispiel an datenbankgestützte Ablaufprozesse zu denken gewesen, die einen etablierten kurzen Ablaufprozess bei gleichwohl voller Transparenz für alle Beteiligten beinhalten. Regulierungsbehörden haben verschiedentlich die Verfahren der Marktanalyse genutzt, um das Thema der frühzeitigen Bereitstellung von Migrations- und Abschaltplänen zu adressieren.

⁵³ Vgl. Bundesnetzagentur (2025b).

⁵⁴ Siehe Kapitel 5.

⁵⁵ Vgl. hierzu Strube Martins et al. (2025).

6.2.6 Umfassender Migrationsplan

Als Best Practice hat sich in bereits mehreren europäischen Ländern⁵⁶ die frühzeitige Veröffentlichung eines gesamthaften Migrationsplans vor der Beantragung der Abschaltung einzelner Gebiete erwiesen. Ein derartiger Migrationsplan, der zum Beispiel Abschaltvoraussetzungen, den Abschaltprozess, Abschalteeinheiten sowie Sequenz und Ablauf der Abschaltung beinhalten kann, schafft allen Marktbeteiligten Transparenz. Es wird dadurch der Informationsasymmetrie zwischen den anderen Marktteilnehmern und dem Betreiber des Kupfernetzes entgegengewirkt. Dadurch können die Abschaltprozesse für konkrete Abschaltgebiete effizienter und auch schneller ablaufen. Darüber hinaus gilt, dass mehr Transparenz über den Abschaltverlauf mehr Planungssicherheit generiert. Hierdurch steht zu erwarten, dass über eine bessere Planbarkeit auch Anreize zur Beschleunigung der Kupfer-Glas-Migration auf Seiten von Diensteanbietern erfolgen.

Enthält der Migrationsplan auch die Voraussetzungen zur Migration auf alternative Zielnetze, entstehen dadurch (zusätzliche) Investitionsanreize für weitere FTTH-Investitionen. Es wird nämlich für alternative FTTH-Betreiber planbarer, ob und wann sie die für die Profitabilität ihres jeweiligen FTTH-Netzes erforderliche Take-up-Rate erreichen können. Dadurch erfolgt die Verfügbarkeit flächendeckender Glasfasernetze früher und die Abschaltung des Kupfernetzes erfolgt ebenso entsprechend früher.

Da die bestehende Informationsasymmetrie die strategische Begünstigung eines Marktteilnehmers nach sich zieht, ist davon auszugehen, dass dieser kein Interesse an der frühzeitigen Veröffentlichung eines umfassenden Migrationsplans hat. Insofern wird es eine frühe Veröffentlichung mit den damit verbundenen positiven gesamtwirtschaftlichen Vorteilen nur bei einer entsprechenden regulatorischen Vorgabe geben. Das Transparenzerfordernis von §34 bietet hierzu die Grundlage.

6.2.7 Senkung der Vorleistungspreise für FTTH-Produkte

Auch wenn in Deutschland die Vorleistungspreise auf dem Glasfasernetz der TDG inzwischen nicht mehr direkt, sondern nur noch indirekt und „weich“ über einem ERT-Test reguliert werden, lässt sich analysieren, welchen Effekt ein niedrigeres Niveau der FTTH-Vorleistungspreise auf die Kupfer-Glas-Migration hätte. Diese Überlegung ist vor allem vor dem Hintergrund relevant, dass die Bitstromzugangspreise in ihrem durchschnittlichen Niveau strukturell überhöht sind im Vergleich zu den relevanten Kosten ihrer Bereitstellung. Dies folgt vor allem aus der starken Bandbreitenspreizung der Bitstromzugangspreise. Diese führt dazu, dass die Preise für höhere Bandbreiten deutlich über den relevanten Kosten liegen. Denn die Zusatzkosten der Bereitstellung höherer Bandbreiten steigen nur marginal mit der Bandbreite an, die Vorleistungspreise

⁵⁶ Vgl. hierzu Strube Martins et al. (2025).

dagegen signifikant. Der weitaus größte Teil der Kosten der Bereitstellung von Bitstromzugang ist unabhängig von der Bandbreite.

Es gilt zwei Effekte zu unterscheiden, die in unterschiedliche Richtungen spielen. Zunächst bewirken niedrigere Vorleistungspreise eine niedrigere Gewinnerzielungsmöglichkeit der TDG auf ihrem Glasfasernetz. Entsprechend verschiebt sich c.p. der Schnittpunkt der EBT-Kurve zwischen Kupfer und Glasfasernetz nach rechts und der Weiterbetrieb des Kupfernetzes lohnt sich für niedrigere Nutzungsgrade. Entsprechend später wird das Netz abgeschaltet. Hinzu kommt, dass eine solche Maßnahme in Abhängigkeit von der Elastizität der Nachfrage sich auch negativ auf die Investitionsanreize des ausbauenden Unternehmens auswirken kann.

Dem steht ein anderer Effekt entgegen. Niedrigere Vorleistungspreise für Glasfaserprodukte werden Vorleistungsnachfrager incentivieren, ihre Endkunden schneller auf das Glasfasernetz zu migrieren.

Es ist weder a priori noch für jede Fallkonstellation klar, welcher Effekt dominieren wird. Je geringer (vor Preissenkung) der Marktanteil der Wettbewerber auf dem Glasfasernetz der TDG ist, desto eher sollte der Migrationseffekt den Gewinneffekt dominieren und zu einer früheren Abschaltung führen.

6.2.8 Erhöhung der Kupfervorleistungspreise

Ein ähnlicher Wirkungszusammenhang wie bei einer Senkung der Glasfaservorleistungspreise kann bei einer Erhöhung der Kupfervorleistungspreise eintreten. Dabei soll hier nicht weiter erörtert werden, ob der regulatorische Rahmen dies zuließe und welche kollateralen nachteiligen Wettbewerbseffekte von einer derartigen Maßnahme ausgehen.⁵⁷

Der intendierte Primäreffekt dieser Maßnahme besteht darin, dass Kunden von Vorleistungsnachfragern aufgrund der Weitergabe der erhöhten Entgelte für kupferbasierte Vorleistungsprodukte schneller auf ein Glasfaserprodukt migrieren und insoweit die Migration forciert wird. Dieser Effekt kann sich potentiell auch einstellen, wenn der Vorleistungsnachfrager die Preiserhöhung nicht an seine Endkunden weitergibt. In dem Falle hat er infolge des Margenverlusts bei Kupferprodukten einen Anreiz, seine Endkunden zur Migration zu bewegen, zum Beispiel durch Gewährung entsprechender finanzieller Incentives. In diesem Falle, ebenso wie im Falle der Weitergabe der Vorleistungspreiserhöhung hängt der Preiseffekt von der Preiselastizität der Nachfrage der Endkunden ab. Auch wenn in den Pilotprojekten nicht mit finanziellen Anreizen gearbeitet wurde, um die Kunden (schneller) zu migrieren, zeigte sich hier, dass

⁵⁷ Vgl. Neumann et al. (2023).

ein relevanter Anteil der Kunden selbst bei Androhung einer Kündigung nicht zur Migration zu bewegen war.

Es gibt aber auch hier - unabhängig vom Eintreten des Intendierten Primäreffekts - einen gegenläufigen Effekt zu beachten: Ein höherer Vorleistungspreis erhöht die absolute und relative Profitabilität des Kupfernetzes für die TDG. Der Schnittpunkt der EBT-Kurven von Kupfer- und Glasfasernetz verschiebt sich nach rechts. Erst bei einer (noch) niedrigeren Auslastung des Kupfernetzes lohnt sich seine Abschaltung. Ein weiterer gegenläufiger Effekt könnte sich ergeben, wenn durch eine preisinduzierte höhere Profitabilität des Kupfernetzes die Anreize für den Incumbent sinken, weitere FTTH-Investitionen zu tätigen.

Primär zur Vermeidung nachteiliger Wettbewerbseffekte durch eine migrationsmotivierte Erhöhung der Kupfervorleistungspreise ist das Konzept des Wedge Pricing⁵⁸ entwickelt worden. Hierbei wird der Vorleistungspreis zwar erhöht. Die zusätzliche Marge fließt aber nicht dem Betreiber des Kupfernetzes zu, sondern wird einer wettbewerbsneutralen Verwendung zugeführt. Dies kann etwa ein Fonds sein, der wettbewerbsneutral zum weiteren Ausbau des Glasfasernetzes eingesetzt wird.

Neben der intendierten Wirkung der Vermeidung negativer Wettbewerbseffekte bewirkt der Wedge Pricing-Ansatz auch, dass der zuletzt genannte negative Effekt einer Vorleistungspreiserhöhung auf eine Verlangsamung der Abschaltung nicht mehr auftreten kann.

Angesichts der regulatorischen Nebenbedingungen für einen Ansatz, Vorleistungspreise zu erhöhen, um die Migration zu beschleunigen, stellt sich grundsätzlich die Sinnhaftigkeit einer derartigen Maßnahme. Gemäß Gigabit Connectivity Recommendation Nr. 81 kann dieser Ansatz nur zum Tragen kommen, wenn für das in Rede stehende Gebiet die Abschaltung bereits zeitlich definiert ist. Dann befinden sich die Marktbeteiligten aber bereits in der Phase der forcierten Migration. Die zeitliche Endlichkeit des Kupfernetzes in diesem Gebiet ist bekannt. Die Vorleistungsnachfrager müssen dann bereits aktiv selbst daraufhin wirken, dass ihre Kunden migrieren, wenn sie diese nicht verlieren wollen. Zusätzliche Kupfer-Glas-Migration-Incentives sind in dieser Situation nicht zu erwarten. Sie sind selbst hinreichend motiviert, die Migration zu bewerkstelligen. Sie können dazu auch positive oder negative finanzielle Incentives gegenüber ihren Endkunden einsetzen. Es bedarf dazu keiner weiteren an den Betreiber des Kupfernetzes abzuführender Extramargen.

6.2.9 Senkung der Vorleistungsentgelte bei Förderprojekten

Eine Senkung der Vorleistungsentgelte (Glasfaser-TAL, Bitstromzugang) bei Förderprojekten hat zunächst die gleichen Effekte auf eine Beschleunigung der

⁵⁸ Vgl. z. B. Neumann et al. (2020), S. 89 ff.; Neumann et al. (2022), S. 2 ff.

Abschaltung, wie wir sie in Abschnitt 6.2.7 für eine generelle Absenkung der Vorleistungsentgelte auf den Glasfasernetzen beschrieben haben. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die Förderentgelte unmittelbar vom Fördergeber gestaltet, vorgegeben und geändert werden können. Bei den eigenwirtschaftlichen Projekten sind Änderungen komplexer und obliegen letztlich der Initiative der Betreiber. Auch die Glasfaservorleistungspreise der TDG sind aufgrund ihrer beschränkten regulatorischen Missbrauchskontrolle nur sehr begrenzt beeinflussbar.

Die Förderentgelte sind im Kern in ihrer Anwendung auf geförderte FTTH-Netze und damit unmittelbar in Verbindung stehende eigenwirtschaftlich gebaute Anschlüsse begrenzt. Dies sind circa 10% aller gebauten Anschlüsse. Doch ist davon auszugehen, dass die Förderentgelte Marktwirkungen über den geförderten Bereich hinaus entfalten werden. Im weitestgehenden Fall werden sie den Charakter von Richtpreisen auch für rein eigenwirtschaftlich gebaute FTTH-Netze haben. Soweit dies der Fall ist, liegt hier ein besonderer Gestaltungshebel für den Fördergeber. Dies gilt insbesondere für die alternativen FTTH-Netze, für die heute kein regulatorischer Zugang besteht.

Bei den Förderentgelten sollte insbesondere der Glasfaser-TAL mit Blick auf die Effekte auf die Abschaltung ein besonderes Augenmerk gelten. Wie die Ergebnisse unserer Modellanalyse von Szenario 3c zeigen, gehen hiervon tendenziell größere Effekte für die Abschaltung aus als von einer Absenkung der Bitstrompreise. Dies gilt auch und gerade für die TDG. Denn aufgrund der relativ höheren Kosten eines Überbaus in den geförderten Gebieten, bleibt ihr hier nur die Wholebuy-Option (soweit sie nicht selbst der Fördernehmer ist). Bei niedrigeren Entgelten wird sie diese Option schneller wahrnehmen.

6.2.10 Begrenzung des Überbaus

Der Überbau von Glasfasernetzen führt dazu, dass sich die flächendeckende Verfügbarkeit von FTTH zeitlich verzögert. Wir gehen im Marktmodell in Kapitel 4 davon aus, dass 20% der Anschlüsse überbaut werden. Sinkt dieser Anteil entweder durch ein geändertes Marktverhalten oder durch regulatorisch politische Beschränkungsmaßnahmen, wird die flächendeckende Verfügbarkeit früher erreicht. Dies kann das Erreichen einer flächendeckenden Netzabdeckung um insgesamt 1 bis 2 Jahre beschleunigen. Entsprechend früher wäre die vollständige Abschaltung des Kupfernetzes erreichbar.

6.2.11 Mehr Flächendeckung im Ausbau

Auch die ausbauenden Betreiber verfügen durch die Art ihres Ausbaus über Handlungsoptionen, die Einfluss auf den Pfad der Abschaltung haben.

Nur wenige ausbauende Unternehmen bauen ihre Glasfaserzielgebiete flächendeckend aus. Sie lassen selbst auf der Ebene von HP mehr oder weniger große Ausbaulücken. Noch grösser sind die Ausbaulücken, wenn nicht die von Betreibern selbst spezifizierten Ausbaugebiete, sondern der Ausbau auf Ebene einer Gemeinde/Stadt betrachtet wird. Maßgeblich für diesen fehlenden flächendeckenden Ausbau von Zielgebieten in Deutschland sind Profitabilitätsüberlegungen der Betreiber und fehlende politische/regulatorische Leitplanken zur Herbeiführung von Flächendeckung. Auch die Förderung hat es bislang nicht vermocht, durch Lückenschlussförderung oder geeignete Anreize zur Verbindung von gefördertem und eigenwirtschaftlichen Ausbau mehr Flächendeckung zu schaffen. Wegen weiteren fehlender Anreize - zum Beispiel aus dem Abschaltregime für das Kupfernetz - steht auch nicht zu erwarten, dass in absehbarer Zeit der Lückenschluss eigenwirtschaftlich erfolgen wird. Denn der nachträgliche Lückenschluss führt zu einer signifikanten Erhöhung der Ausbaukosten im Vergleich zum Erstausbau. Diese können nach Schätzungen des WIK⁵⁹ zu einer Verdoppelung beim Haus- bzw. Gebäudeanschluss führen. Fehlen bereits beim Erstausbau die Anreize zum flächendeckenden Ausbau, fehlen sie vor diesem Hintergrund bei der Nachverdichtung erst recht.

Auch wenn die BNetzA im Rahmen ihres Impulspapiers letztlich unklar geblieben ist, welcher Grad der Flächendeckung des Glasfasernetzes in einem bestimmten Gebiet erforderlich sein wird, bevor das Kupfernetz dort abgeschaltet werden kann⁶⁰, wird sich diese Frage im weiteren Prozess im Sinne eines Mindestanfordernisses klären.

Hat das (oder haben die) Zielnetz(e) nicht die für eine Migration aller Endkunden erforderliche Flächendeckung, kann das Kupfernetz dort nicht (oder erst später) abgeschaltet werden. Denn einige Kunden hätten nur die Option, dieses weiter zu nutzen.

Bei fehlender Flächendeckung des oder der Zielnetze gibt es für die Abschaltung zwei Optionen: Erstens könnte eine Abschaltung nicht zugelassen werden, da entsprechende Voraussetzungen nicht erfüllt wären. Zweitens könnte für den Abschaltprozess in diesem Gebiet eine längere Abschaltperiode vorgesehen sein, die den für eine Nachverdichtung erforderlichen Zeitbedarf berücksichtigt.

In jedem Fall führt die fehlende Flächendeckung des Ausbaus dazu, dass sich der Abschaltprozess verzögert oder verlangsamt. Geht man davon aus, dass auch in Deutschland ebenso wie in anderen europäischen Ländern eine hohe Zielmarke für die Flächendeckung der Glasfasernetze gesetzt wird, wird die fehlende Flächendeckung ein Bottleneck für die Abschaltung, jedenfalls in größeren Gebieten. Wir halten diesen Faktor für diejenigen mit den größten Verzögerungseffekten für einen gesamtwirtschaftlich

⁵⁹ Vgl. Wernick et al. (2024).

⁶⁰ Ihre Beschreibungen lassen sich zum einen deuten als das Erfordernis einer 100%igen Flächendeckung (so auf Seite 29 f.). Zum anderen erörtert sie den Fall der Migration der Endkunden auf mehrere Zielnetze (so auf Seite 21, 23, 30 f.)

wünschenswerten Abschaltedefad. Dies gilt vor allem auch deshalb, da derzeit nicht erkennbar ist, wie die Anreize für mehr Flächendeckung entwickelt werden könnten.

6.2.12 Schließung der Lücke zwischen HP und HC

Bei den meisten ausbauenden Unternehmen besteht eine große Lücke im Ausbau von HC im Vergleich zu HP. Nach der zuletzt vorgelegten Erhebung von DIALOG CONSULT im Auftrag des VATM⁶¹ lag diese Lücke gesamtwirtschaftlich bei 57 %. Besonders ausgeprägt ist die Ausbaulücke bei der TDG. Sie beträgt hier 74 %.

Die Ausbaulücke zwischen HP und HC stellt in unserer Einschätzung ein Hemmnis der Kupfer-Glas-Migration dar. Die erforderlichen Baumaßnahmen bei einer Nachverdichtung erfordern Zeit und stehen oft einem verbindlichen Liefertermin für den Glasfaseranschluss entgegen. Die daraus für Nutzer folgenden Erfahrungen lösen nachteilige Einschätzungen bei anderen (potenziellen) Nutzern aus. Die Nachfrage nach einem Glasfaserprodukt ist daher oft mit einem negativen Erlebnishintergrund verbunden. Dies ist aber bei dem Erfahrungsgut Telekommunikation ein wesentlicher Nachfragefaktor. Dies wirkt sich einschränkend auf die Nachfrage und die Kupfer-Glas-Migration aus. Der Prozess der freiwilligen Migration erfolgt langsamer als er bei einer geringeren Lücke zwischen HP und HC sein könnte. Entsprechend länger verbleiben die Kunden auf dem Kupfernetz und desto später lohnt seine Abschaltung.

Soweit für die Abschaltung Mindestverfügbarkeitsvoraussetzungen nicht nur auf der HP- sondern auch auf der HC-Ebene verlangt werden, incentiviert eine frühzeitige Transparenz über diese Abschaltévoraussetzung den HC-Ausbau und das Schließen der Lücke zwischen HP und HC. Dies gilt zumindest für Betreiber von Zielnetzen, die ein Interesse an einer frühzeitigen Abschaltung des Kupfernetzes in ihrem Ausbaubereich haben.

6.2.13 Stärkeres Wholebuy der TDG auf alternativen FTTH-Netzen

Im Rahmen der Modellanalyse haben wir mit dem Szenario 3 die Auswirkungen der Migration von Kunden der TDG auf ein fremdes Glasfasernetz analysiert. Im Ergebnis zeigte sich hier, dass in Gebieten, in denen die TDG nicht mehr über ein eigenes Glasfasernetz verfügt, sie das Kupfernetz früher abschalten würde, wenn sie die Wholebuy-Option wahrnehmen würde statt darauf zu verzichten.

Nachdem die TDG dem Wholebuy lange – fast grundsätzlich - ablehnend gegenüberstand, ist in den letzten zwei Jahren Bewegung erfolgt. Diese wird primär getragen durch die Kooperationsmodelle, die die TDG mit den Betreibern von Glasfaserinfrastruktur begründet hat. Wie auch unsere Modellergebnisse zeigen, kommt

⁶¹ Vgl. Dialog Consult / VATM (2024), S. 15.

hierbei dem Glasfaser-TAL-Zugangsmodell eine besondere Bedeutung zu. Aber auch eine weitere Intensivierung der Wholebuy-Option auf Basis des Bitstromzugangs würde hier die Zahl der Gebiete vermehren, in denen eine frühere Abschaltung des Kupfernetzes wahrscheinlich wird.

6.2.14 Mehr Wettbewerb auf den Glasfasernetzen

Auch die Intensität des Wettbewerbs auf den Glasfasernetzen, sowohl auf denen der TDG als auch auf denen alternativer FTTH-Betreiber wirkt auf den Abschaltedefad und seine Dauer ein. Mehr Wettbewerb auf den Netzen erhöht generell den Take-up auf den Glasfasernetzen, insbesondere aber auch die Migration von Breitbandkunden vom Kupfernetz auf die Glasfasernetze. Mehr Wettbewerb auf den Glasfasernetzen wird die freiwillige Migration forcieren.

Durch diese beschleunigte Migration wird das Kupfernetz schneller leergeräumt, früher unwirtschaftlich zu betreiben und daher früher abgeschaltet. Die Mächtigkeit dieses induzierten Migrationseffekts hängt natürlich von der Steigerung der Intensität des Wettbewerbs ab und lässt sich daher nur schwer abschätzen.

Jedenfalls gibt es hinsichtlich des Wettbewerbs auf den FTTH-Netzen noch viel Spielraum nach oben. Auf den FTTH-Netzen der TDG werden aktuell weniger als 5% der Anschlüsse von anderen Anbietern als der TDG selbst vermarktet. Auf alternativen FTTH-Netzen sind dies aggregiert zwischen 5% und 10% der Anschlüsse.

Regulatorische Ansatzpunkte zur Förderung des Wettbewerbs bestehen primär hinsichtlich der FTTH-Netze der TDG. So könnte die Bundesnetzagentur durch Überprüfung ihrer „Glasfaserregulierung light“ und Übergang auf einen regulierungsintensiveren Ansatz die Attraktivität der Nutzung der FTTH-Netze der TDG durch Vorleistungsnachfrager erhöhen und somit auch den Wettbewerb auf diesen Glasfasernetzen steigern.

6.3 Bewertung der Handlungsoptionen

In einer zusammengefassten Bewertung der hier beschriebenen Maßnahmen und Aktionen der Marktbeteiligten sowie von Politik und Regulierung kommen wir zu dem in Tabelle 6-1 dargestellten jeweiligen Einfluss auf den Abschaltedefad. Wir unterscheiden dabei zwischen dem Einfluss auf den Beginn und dem auf die Dauer des Abschaltedefades. Bei einigen Optionen zielen wir auch auf den nachteiligen Effekt des Status quo auf die Abschaltung ab. Bei entsprechenden Anpassungen ergeben sich dann spiegelbildlich positive Effekte.

Tabelle 6-1: Marktverhalten, Handlungsoptionen und Effekte auf den Abschaltprozess

Maßnahme	Einfluss auf den Beginn	Einfluss auf die Dauer
1. Nationales Abschaltedatum	++	+++
2. Neuausrichtung der Förderung	+	++
3. Diskriminierungsfreie Abschaltung	+++	++
4. Commitment-Verträge	-	-
5. Regulatorischer Prozess	---	--
6. Frühzeitiger und umfassender Migrationsplan	+	+
7. Niedrigere Vorleistungspreise FTTH	(+)	(+)
8. Höhere Vorleistungspreise Kupfer	(+)	(+)
9. Wedge Pricing	+	+
10. Absenkung Förderentgelte	+	+
11. Begrenzung des Überbaus	+	+
12. Fehlende Flächendeckung der FTTH-Netze	---	---
13. Lücke HP/HC	--	--
14. Stärkeres Wholebuy der TDG	+	+
15. Mehr Wettbewerb auf den Glasfasernetzen	+	+

Quelle: WIK

Literaturverzeichnis

- BMDV / Bundesförderung Breitband (2024): Bedingungen und Preise für den Zugang Dritter auf Vorleistungsebene zu dem geförderten Netz (23.12.2024), <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/vorleistungspreise.pdf?blob=publicationFile> (abgerufen am 18.08.2025).
- Braun, M. R.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Ockenfels, M. (2019): Parallele Glasfaserausbauten auf Basis von Mitverlegung und Mitnutzung gemäß DigiNetzG als Möglichkeiten zur Schaffung von Infrastrukturwettbewerb, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 456, Bad Honnef, Dezember 2019.
- Briglauer, W.; Cambini, C.; Gugler, K.; Sabatino, L. (2025): Economic benefits of new broadband network coverage and service adoption: evidence from OECD member states. *Industrial and Corporate Change*, (2025) dtae043, erschienen 21.01.2025, (Journal Article), DOI <https://doi.org/10.1093/icc/dtae043> (abgerufen am 18.08.2025).
- Bundesnetzagentur (2024a): Breitbandatlas, Stand 12/2024, https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/GIGA/DE/Breitbandatlas/Downloads/bba_12_2024.xlsx (abgerufen am 11.08.2025)
- Bundesnetzagentur (2024b): 2023 Jahresbericht Telekommunikation, https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2023/240515_JB_TK_23_web_barrierefrei.pdf (abgerufen am 18.08.2025).
- Bundesnetzagentur (2025a): Jahresbericht Telekommunikation 2024, <https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/JB2024TK1.pdf> (abgerufen am 18.08.2025).
- Bundesnetzagentur (2025b): Ökonomische Grundsatzfragen der Regulierung Telekommunikation, Impulspapier, Impulse zur regulierten Kupfer-Glas-Migration, Bonn, 28. April 2025.
- Destatis (o. J.): Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche: Deutschland, Stichtag, Anzahl der Wohnungen, Code: 31231-0005, Stichtag 31.12.2023, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=table&code=31231-0005&bypass=true&levelindex=0&levelid=1730208104294#abreadcrumb> (abgerufen am 18.08.2025).
- Dialog Consult / VATM (2024): 6. Marktanalyse Gigabit-Anschlüsse 2024, Ergebnisse einer Befragung der Mitgliedsunternehmen im „Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e.V.“ im ersten Quartal 2024, https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2024/05/VATM_DIALOG-CONSULT_Gigabitstudie-24.pdf (abgerufen am 18.08.2025).
- Dialog Consult/ VATM (2025): 26. TK-Marktanalyse Deutschland 2025 Ergebnisse einer Befragung der Mitgliedsunternehmen des VATM im ersten Quartal 2025, Köln, 2025.
- EETT (2020): LRIC+ Bottom-Up techno-economic model, Mai 2020, https://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Telecoms/MarketAnalysis/Agora4_3a/Agora4_3a_LRIC.html (abgerufen am 05.11.2024).
- European Commission (2024): White Paper, How to master Europe's digital infrastructure needs?, Brussels, 21.2.2024, COM(2024) 81 final, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/white-paper-how-master-europes-digital-infrastructure-needs> (abgerufen am 18.08.2025).

- Knips, J. Gries, C.; Wernick, C.; Tenbrock, S. (2023): Einflussfaktoren auf die Nachfrage nach FTTB/H-Anschlüssen für Privatkunden, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 509, Bad Honnef, Dezember 2023.
- Neumann, K.-H., Plückebaum, T.; Schäfer, S.; Eltges, F. (2020): Copper switch-off, fibre take-up and ULL tariffs in France, Bad Honnef, April 2020.
- Neumann, K-H; Schwarz-Schilling, C.; Strube Martins, S. (2022): Übergang von Kupfer-auf Glasfasernetze: Phasen und Prozesse der Migration, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 483, Bad Honnef, Dezember 2022.
- Neumann, K.-H.; Plückebaum, T.; Strube Martins, S. (2023): Expert opinion on ARCEP's Regulation of broadband markets for the period 2024-2028 in France, in particular price control of ULL, study for Iliad.
- Strube Martins, S.; Schwarz-Schilling, C. (2022): Kupfer-Glas-Migration in Frankreich und im Vereinigten Königreich, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 482, Bad Honnef, Juli 2022.
- Strube Martins, S.; Neumann, K.-H.; Schwarz-Schilling, C. (2024): Abschlussbericht zur Evaluierung des Pilotprojekts Kupfer-Glas-Migration Telekom Deutschland, Bad Honnef, November 2024.
- Strube Martins, S.; Lachmann, R.; Schwarz-Schilling, C.; Neumann, K.-H. (2025): Die Kupferabschaltung in Europa – Was können wir aus dem Ausland lernen? Studie für das BMDS, Bad Honnef, Juli 2025.
- TDG (2022): Anhang C zum FB-Vertrag Commitment-Modell, Stand: 21.10.2022, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK3-GZ/2022/BK3-22-0018/BK3-22-0018_Antrag.html (abgerufen am 18.08.2025).
- Wernick, C.; Knips, J.; Lachmann, M. R.; Strube Martins, S. (2024): Ursachen für die wachsende Schere zwischen FTTH Homes Passed und FTTH Homes Connected, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 526, Bad Honnef, Dezember 2024.
- WIK-Consult (2025): Kosten der Glasfaser-TAL im Förderkontext, WIK-Consult Studie für die Bundesnetzagentur, Bad Honnef, 15. Januar 2025.
- Zuloaga, G.; Plückebaum, T.; Kulenkampff, G.; Ockenfels, M. (2024): Ökologische Effekte des Glasfaserausbaus, Studie für die RTR-GmbH, Bad Honnef, November 2024.