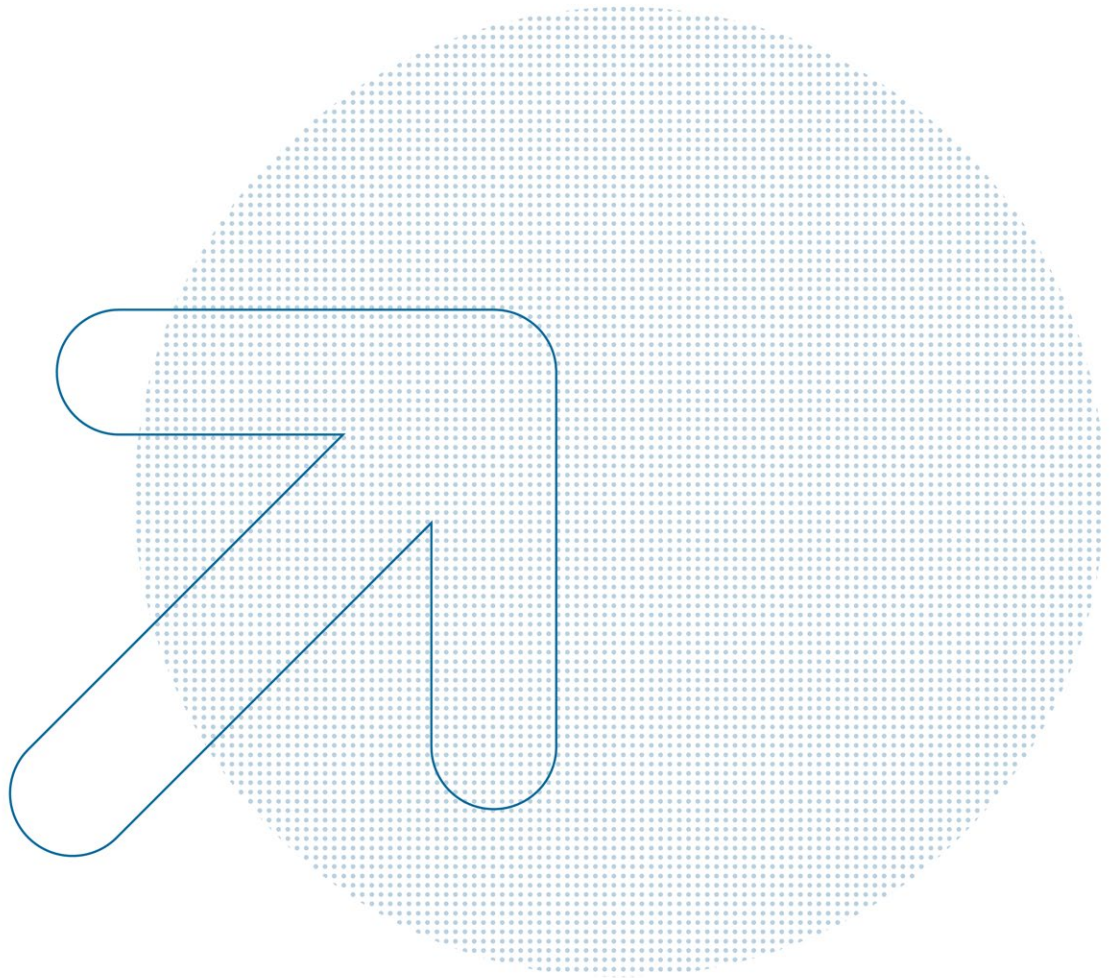




Die Potentiale eines entbündelten Zugangs zur Glasfaser TAL für die Entwicklung des Gigabitmarktes in Deutschland

Autoren: Christian Wernick, Menessa Ricarda Braun,
Julian Knips, Sonia Strube Martins

unter Mitwirkung von Karl-Heinz Neumann und Thomas Plückebaum

Impressum

WIK-Consult GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland

Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
E-Mail: info@wik-consult.com
www.wik-consult.com

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Dr. Thomas Solbach
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7043
Steuer-Nr.	222/5751/0926
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 329 763 261

Stand: August 2022

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	1
1 Einleitung	4
2 Vorleistungsprodukte und Differenzierungsmöglichkeiten	6
2.1 Netzstruktur und mögliche Übergabepunkte	6
2.2 Unterschiede zwischen aktiven und passiven Vorleistungsprodukten	10
2.3 Aktive Vorleistungsprodukte	14
2.3.1 Resale	14
2.3.2 Bitstrom	14
2.3.3 VULA	15
2.4 Passiver Zugang	16
2.4.1 Entbündelter Zugang bei FTTH PtP	17
2.4.2 Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP	18
2.5 Beurteilung der Optionen aus Sicht des Vorleistungsnachfragers	21
2.5.1 Gestaltungs- und Differenzierungsmöglichkeiten	21
2.5.2 Kommerzielle Attraktivität	22
2.5.3 Zwischenfazit	26
2.5.4 Angebote für entbündelte Zugänge und Motivationslage der ausbauenden Unternehmen	27
3 Nationale Fallstudien	31
3.1 Deutschland	31
3.2 Österreich	34
3.3 Schweiz	37
3.4 Frankreich	40
3.5 Italien	43
3.6 Benchmark wichtiger Indikatoren	46
3.7 Schlussfolgerungen aus den Fallstudien und der Benchmarkbetrachtung	57
4 Fazit	59
Literaturverzeichnis	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: FTTH PtP (Ethernet)	7
Abbildung 2-2: FTTH PtMP (PON)	7
Abbildung 2-3: Schematische Darstellung der Netzinfrastruktur der TDG und möglicher Übergabepunkte für FTTH-basierte Vorleistungen	11
Abbildung 2-4: Wertschöpfung, Produktdifferenzierung und erforderliche Investitionen bei unterschiedlichen Vorleistungsprodukten	12
Abbildung 2-5: Entbündelung bei FTTH PtP (Ethernet)	17
Abbildung 2-6: Entbündelungsvarianten bei FTTH-Netzen in PtMP-Bauweise	19
Abbildung 2-7: Entgeltstruktur in einer PtP-Topologie	25
Abbildung 2-8: Entgeltstruktur in einer PtMP-Topologie	25
Abbildung 3-1: Anschlussschema des Materialkonzepts des Bundes	32
Abbildung 3-2: FTTH-Geschäftsmodelle im österreichischen Markt	35
Abbildung 3-3: Ausbaugebiete in Frankreich (Anzahl Gebäudeeinheiten Stand Q4 2022)	41
Abbildung 3-4 Entbündelter Zugang in Frankreich	42
Abbildung 3-5: FTTB/H-Abdeckung in den Vergleichsländern in % der Haushalte, Mitte 2021	47
Abbildung 3-6: Technologiemarktanteile in den Vergleichsländern in % der Haushalte mit Festnetz-Breitbandanschluss, Mitte 2022	48
Abbildung 3-7: FTTB/H-Take-up in den Vergleichsländern, 2021/22	49
Abbildung 3-8: Geschwindigkeitsmarktanteile in den Vergleichsländern, 2021	50
Abbildung 3-9: Retail-Preise für Produkte mit 100 Mbit/s, März 2023	52
Abbildung 3-10: Retail-Preise für Produkte mit 500 Mbit/s, März 2023	53
Abbildung 3-11: Retail-Preise für Produkte mit 1 Gbit/s, März 2023	54
Abbildung 3-12: Retailseitige Preisaufschläge nach Bandbreiten, März 2023	55
Abbildung 3-13: Preis für das 100 Mbit/s-Produkt und Aufpreis auf das Gigabit-Produkt beim entsprechenden Anbieter, März 2023	56

Abkürzungsverzeichnis

ALOM	Active Layer Open Modell
BNG	Broadband Network Gateway
CPE	Customer Premise Equipment
FTTB	Fibre-to-the-building
FTTH	Fibre-to-the home
FTTS	Fibre-to-the-street
IRUs	indefeasible rights of use
MPop	Metropolitan Point of Presence
NöGig	Niederösterreichische Glasfaserinfrastruktur
OLT	Optical Line Termination
ONU/ONT	Optical Network Units/Optical Network Terminals
PBO	Point de Branchement Optique
PLOM	Passive Layer Open Modell
PtMP	Point-to-Multipoint
PM	Point to Mutilisation
PtP	Point-to-Point
SFN	Swiss Fibre Net
TAL	Teilnehmeranschlussleitung
TDG	Telekom Deutschland GmbH
TDMA	Time Division Multiple Access
TI	Telecom Italia
TIWAG	Tiroler Wasserkraft AG
TWDM	Time and Wavelength Division Multiplexing
VULA	Virtual Unbundled Local Access
WEKO	Wettbewerbskommission
öGIG	Österreichische Glasfaser Infrastruktur Gesellschaft
3LOM	3Layer Modell

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Leistungsparameter verschiedener Glasfasertechnologien im Vergleich	8
Tabelle 2-2: Gestaltungs- und Differenzierungsmöglichkeiten verschiedener FTTH- Entbündelungsvarianten im Vergleich	22
Tabelle 2-3: Erforderliche Eigeninvestitionen bei unterschiedlichen Entbündelungsvarianten im Vergleich	24
Tabelle 3-1: Ausgewählte Angebote für entbündelten Glasfaserzugang in geförderten FTTH- Projekten	33
Tabelle 3-2: Anzahl der Netzbetreiber je PM	43
Tabelle 3-3: Vorleistungskonditionen in Italien	44

Management Summary

Der Glasfaserausbau hat in Deutschland in jüngster Zeit stark an Dynamik gewonnen. Neben der Telekom Deutschland (TDG) investiert eine Vielzahl alternativer Anbieter in den Ausbau von FTTB- und FTTH-Netzen. Gleichwohl ist aufgrund der hohen Ausbaukosten nicht zu erwarten, dass sich außerhalb der dicht besiedelten Gebiete in Deutschland ein flächendeckender Infrastrukturwettbewerb zwischen parallelen Glasfasernetzen entwickeln wird.

Vor diesem Hintergrund ist der Wettbewerb über Vorleistungsprodukte auch in der FTTH-Welt Voraussetzung für ein wettbewerblich geprägtes Marktmodell. Damit das Potential der neu entstehenden Netze für Wettbewerb, Innovationen und die Transformation zu einer Gigabitgesellschaft in vollem Maße ausgeschöpft wird, ist es wichtig, dass sich ein Marktmodell entwickelt, das nicht nur auf aktiven, sondern auch auf passiven Vorleistungsangeboten aufsetzt.

Aktive Vorleistungszugänge alleine bieten den Vorleistungsnachfragern keine Möglichkeit, in einen Technologiewettbewerb mit den Vorleistungsanbietern zu treten. Die angebotenen Produkte ähneln (notwendigerweise) aufgrund fehlender Differenzierungsmöglichkeiten hinsichtlich Produkteigenschaften, Qualität und Preisen den Produkten der ausbauenden Unternehmen und sind in ihrer Innovationskraft entsprechend beschränkt.

Passive Vorleistungen und dabei insbesondere der Zugang zur entbündelten Glasfaser-TAL bieten Vorleistungsnachfragern hingegen die Chance, eigene Produkte mit individuellen Charakteristika zu entwickeln und damit die Angebotsvielfalt im Markt zu erweitern. Das heutige Marktmodell in Deutschland ist maßgeblich auf den Zugang zur entbündelten Teilnehmeranschlussleitung im Kupfernetz der TDG zurückzuführen. Auf dieser Basis konnte sich eine vielfältige Angebotslandschaft entwickeln, die zu einer schnellen Durchdringung des Marktes mit Breitbandprodukten beigetragen hat.

Die Marktergebnisse aus Frankreich und der Schweiz legen nahe, dass sich das Modell des Entbündelungswettbewerbs auch in die FTTH-Welt übertragen lässt. In beiden Ländern wird die entbündelte Glasfaser-TAL deutlich stärker nachgefragt als die jeweils verfügbaren aktiven Vorleistungsprodukte. Auf Ebene der Endkundenprodukte beobachten wir im Vergleich zu Ländern, in denen kein entbündelter Zugang zur Glasfaser-TAL besteht, eine größere Produktvielfalt und deutlich geringere Preisaufschläge für Produkte mit hohen und sehr hohen Bandbreiten. Dies schlägt sich in hohen Take-Up Raten auf den FTTH-Netzen und einer starken Durchdringung mit Gigabitprodukten nieder, die über die aufgerüsteten Kupfernetze nicht realisiert werden können.

In Deutschland beschränken sich die Angebote auf dem Vorleistungsmarkt (sofern die ausbauenden Unternehmen überhaupt Vorleistungsprodukte anbieten) ganz überwiegend auf aktive Vorleistungsprodukte wie Layer-2- und Layer-3-Bitstrom. Zugang zur entbündelten Glasfaser-TAL wird fast ausschließlich lediglich zu unattraktiven Rahmenbedingungen und Konditionen im Förderkontext angeboten.

Es ist zu beobachten, dass sich die angebotenen Endkundenprodukte und -preise von Vorleistungsnachfragern und Vorleistungsanbietern kaum unterscheiden. Im internationalen Vergleich besonders auffällig sind die markant hohen Preisaufschläge für Gigabitprodukte. Entsprechend nutzt die Mehrheit der Kunden weiterhin Breitbandprodukte mit Bandbreiten, die auch über aufgerüstete Kupfernetze realisiert werden können, was die Vermarktung von FTTH-Anschlüssen im Wettbewerb mit anderen Zugangstechnologien erschwert.

Durch den entbündelten Zugang werden an die Kostenstruktur angepasste bandbreitenunabhängige Vorleistungspreise ermöglicht, so dass sich vorleistungsbasierte Wettbewerber nicht nur im Hinblick auf die Produkteigenschaften und die Qualität, sondern auch über die Preise differenzieren können.

Wesentlich für den Erfolg des Entbündelungsmodells in der Schweiz und in Frankreich ist die Anzahl und Ausgestaltung der Übergabepunkte, an denen Vorleistungsnachfrager sich mit den Unternehmen zusammenschalten können, die die Netze ausgebaut haben. Ausschlaggebend ist, dass je Übergabepunkt eine hinreichende Zahl an Teilnehmern erreichbar ist, so dass sich die Anbindung der Standorte und der Aufbau des eigenen aktiven Equipments für den Vorleistungsnachfrager amortisieren können.

Mit Blick auf Deutschland bedeutet dies, dass der Zugang zur Glasfaser-TAL für Vorleistungsnachfrager nicht auf der Ebene der Faserverzweiger, über die in der Regel nur eine niedrige dreistellige oder zweistellige Zahl an Teilnehmern erreichbar ist, sondern auf höherer Ebene an den ODFs auf HVT- oder BNG-Ebene befinden sollte.

Ein PtP-Entbündelungsmodell am ODF würde dabei das effizienteste und nachhaltigste Marktmodell für einen wettbewerblichen FTTH-Markt darstellen. Ein solches Modell schafft die Voraussetzungen für Technologieneutralität, einen vielfältigen Wettbewerb auf Produkt- und Preisebene sowie eine Stärkung der Nachfrage nach glasfaserbasierten Breitbandanschlüssen und kann damit die Digitalisierung in Deutschland weiter befördern.

In Anbetracht des in Deutschland überwiegend zum Einsatz kommenden GPON Ausbaus auf Basis von PtMP ist die für eine technologieneutrale Kollokation im MPoP hinreichende Anzahl an Fasern zwischen FVz und MPoP unter Umständen nicht gegeben. Dies könnte das Einblasen neuer Fasern erforderlich machen.

Für den Fall, dass dies nicht stattfindet, können PtMP-Entbündelungsmodelle mit einer Übergabe am ODF eine Alternative darstellen, wenn sich Vorleistungsanbieter und -nachfrager über die Zugangskonditionen einigen. Entsprechende Entbündelungsmodelle sind zwar nicht technologie-neutral, bieten den Vorleistungsnachfragern im Vergleich zu aktiven Vorleistungsprodukten jedoch dennoch einen größeren Gestaltungsspielraum.

Um den Anforderungen der unterschiedlichen Betreiberarten und Geschäftsmodelle auf Anbieter- und Nachfrageseite Rechnung zu tragen, sollten verschiedene Abrechnungsmodelle angeboten werden, die dem investiven Risiko der ausbauenden Unternehmen Rechnung tragen.

Revenue-Sharing Modelle stellen eine Option zur Preisgestaltung dar, über die sichergestellt werden kann, dass Vorleistungsanbieter auch bei einem Verzicht auf bandbreitenabhängige Bepreisung von möglichen steigenden Umsätzen je Teilnehmer profitieren.

IRU Modelle im Sinne von Co-Invest-Lösungen bieten den ausbauenden Unternehmen eine Mitigation des Investitionsrisikos. Zugleich bieten EKEK und TKG bei Co-Invest-Lösungen die Möglichkeit, regulatorische Maßnahmen zurückzunehmen.

Zusammengenommen bietet sich die Möglichkeit über den entbündelten Zugang zur Glasfaser-TAL ein Marktmodell zu schaffen, dass sich durch eine große Angebotsvielfalt bei einem effizienten Einsatz investiver Mittel auszeichnet und das Potential bietet, den Weg hin zu einer Gigabitgesellschaft in Deutschland deutlich zu beschleunigen.

1 Einleitung

Trotz der Dynamisierung des FTTB/H-Ausbaus und der aktuellen Überbaudiskussion ist nicht zu erwarten, dass sich in Deutschland flächendeckend Infrastrukturwettbewerb für FTTB/H entwickeln wird. Vielmehr weisen die Ergebnissen einschlägiger Kostenmodellierungen darauf hin, dass sich in Deutschland infolge der verhältnismäßig hohen Ausbaurkosten ein Ausbau paralleler unabhängiger Netzinfrastrukturen nur in dicht besiedelten Regionen betriebswirtschaftlich realisieren lässt.¹ Vor diesem Hintergrund wird dem Vorleistungswettbewerb mit Blick auf ein wettbewerblich geprägtes Marktmodell in Deutschland (auch) in Zukunft hohe Relevanz zukommen.

Aktuell werden in Deutschland für FTTB/H im Anschlussbereich, (wenn überhaupt) fast ausschließlich aktive Vorleistungsprodukte (Layer-2-Bitstrom, Layer-3-Bitstrom, Resale) angeboten. Die Telekom Deutschland GmbH (TDG) bietet für den Zugang zu ihren FTTB- und FTTH-Netzen ausschließlich Zugang an den 897 BNGs oder auf höheren Netzebenen mit weniger Übergabepunkten an. Auch die alternativen Infrastrukturanbieter, die sich aktiv im Wholesale-Geschäft engagieren, tun dies in aller Regel über Layer-2-Bitstrom oder andere aktive Vorleistungsprodukte mit geringer ausgeprägten Gestaltungsmöglichkeiten für Zugangsnachfrager. Im Ergebnis lehnen sich die vorleistungsbasierten FTTH-Angebote für Privatkunden in ihren Produkteigenschaften und Preisen stark an die der jeweiligen Infrastrukturanbieter an.

Im Gegensatz zu Deutschland finden sich in anderen europäischen Märkten allerdings durchaus Beispiele für Märkte, in denen der Zugang zu entbündelten Glasfasern von hoher Relevanz ist – sowohl im B2B- und B2B2B- als auch im Massenmarktgeschäft.

Seit der Marktöffnung im Festnetz war Deutschland innerhalb der EU der Vorreiter bei der passiven Entbündelung von Telekommunikationsnetzen. Der entbündelte Zugang auf der letzten Meile im Kupfernetz hat über Jahrzehnte eine herausragende Rolle für den Markt gespielt und war zentral für die Entwicklung des Wettbewerbsmodells, das wir heute sehen. Im Zuge des wachsenden Bedeutungsverlusts der Kupferinfrastrukturen für den Breitbandmarkt stellt sich die Frage, ob sich ohne Infrastrukturwettbewerb in der Fläche und ohne Entbündelung ein Marktmodell entwickeln kann, das hinreichend vielfältig und wettbewerbsintensiv ist, dass die neu entstehenden Netze ihr inhärentes volkswirtschaftliches Nutzenpotential vollumfänglich ausschöpfen können und Endnutzer von fairen Preisen profitieren. Mit Blick auf letzteres spielt heute der Wettbewerb auf kupferbasierten Netzen als Anker eine wichtige Rolle, der jedoch Schritt für Schritt an Bedeutung verliert.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens diskutieren wir die Potentiale, die eine Entbündelung bei FTTH-Netzen generieren kann und leiten Anforderungen ab, die ein

¹ Vgl. (Braun, Wernick, Plückebaum, & Ockenfels, 2019, S. 85 f.)

tragfähiges Entbündelungskonzept erfüllen muss. Unser Fokus liegt dabei auf Glasfasernetzen bei denen eine durchgehende Faserverbindung bis zur Abschlusseinheit beim Teilnehmer besteht (Fibre-to-the-home) und damit eine reine Glasfaser-TAL angeboten wird. Die Entbündelung von Glasfasernetzen bei denen die Faserverbindung nur bis in das Gebäude aber nicht bis zum Teilnehmer (fibre to the building - FTTB) oder bis kurz vor das Gebäude reicht (fibre to the street – FTTS) und damit auf der letzten Strecke bis zum Kunden auf bestehende Kupferleitungen zurückgegriffen wird, ist nicht Gegenstand des Gutachtens.

Unser Bericht ist wie folgt aufgebaut: Nach einer kurzen technischen Einführung in die Netzinfrastrukturen und mögliche Übergabepunkte werden in Kapitel 2 die Charakteristika und Unterschiede relevanter aktiver und passiver Vorleistungsprodukte erläutert und die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Entbündelung von FTTH-Netzen in Abhängigkeit der gewählten Netzarchitektur und ihrer ökonomischen Implikationen erläutert. In Kapitel 3 wird in Fallstudienform auf die Rolle von entbündelten Glasfaserzugängen in fünf ausgewählten Ländern eingegangen. Anschließend wird in einer Benchmarkanalyse untersucht, wie sich wichtige Indikatoren in den betrachteten Ländern voneinander unterscheiden, und analysiert, inwiefern sich dies auf die praktizierten Vorleistungsmodelle zurückführen lässt. Die Studie schließt mit einigen Schlussfolgerungen in Kapitel 4.

2 Vorleistungsprodukte und Differenzierungsmöglichkeiten

2.1 Netzstruktur und mögliche Übergabepunkte

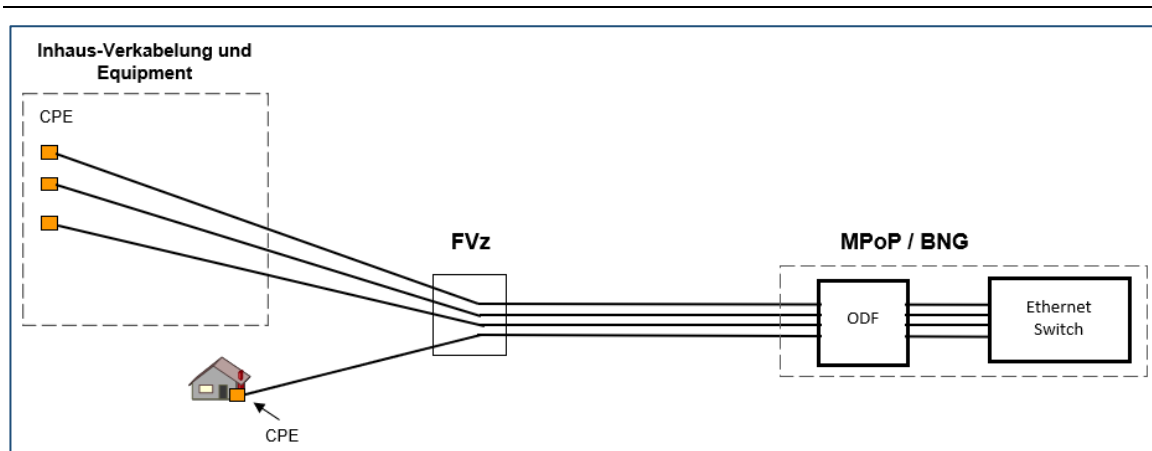
In einem FTTH-Netz besteht das gesamte Anschlussnetz und damit die Verbindung zwischen der Netzabschlusseinrichtung des Endkunden und dem netzseitigen Abschluss des Anschlussnetzes ausschließlich aus Glasfaserinfrastruktur. Entsprechend besteht auch die hausinterne Verkabelung aus Glasfaser.

Bei der Beschreibung von Glasfaserinfrastrukturen unterscheidet man zwischen den genutzten Topologien und Technologien: Bei den Topologien geht es um den Ausbau der passiven Infrastruktur. Dazu zählen z.B. Gräben, Leerrohre, Glasfasern und Verteilerschränke. Für die Datenübertragung über die Glasfasern werden Technologien benötigt. Hierfür muss aktive Infrastruktur bzw. aktives Equipment aufgebaut werden. Dazu zählen je nach gewählter Technologie z. B. Optical Network Units/Optical Network Terminals (ONU/ONT) und Router/Modems (Customer Premise Equipment - CPE) in den Gebäuden der Endkunden sowie Abschlusspunkte (Optical Line Termination (OLT)) und Ethernet Switches am Metropolitan Point of Presence (MPoP)² oder am Broadband Network Gateway (BNG).

Der Ausbau der passiven Infrastruktur von Anschlussnetzen in FTTH-Bauweise findet entweder in Point-to-Point- (PtP) oder Point-to-Multipoint- (PtMP) Architektur statt. Bei FTTH PtP liegt zwischen dem Netzabschluss auf Kundenseite und dem netzseitigen Abschluss im MPOP mindestens eine dedizierte Glasfaser je Teilnehmer (siehe Abbildung 2-1). Entsprechend steht bei dieser Ausbauvariante die verfügbare Bandbreite der Glasfaser jedem Teilnehmer ungeteilt zur Verfügung.

² Entspricht HVT-Ebene

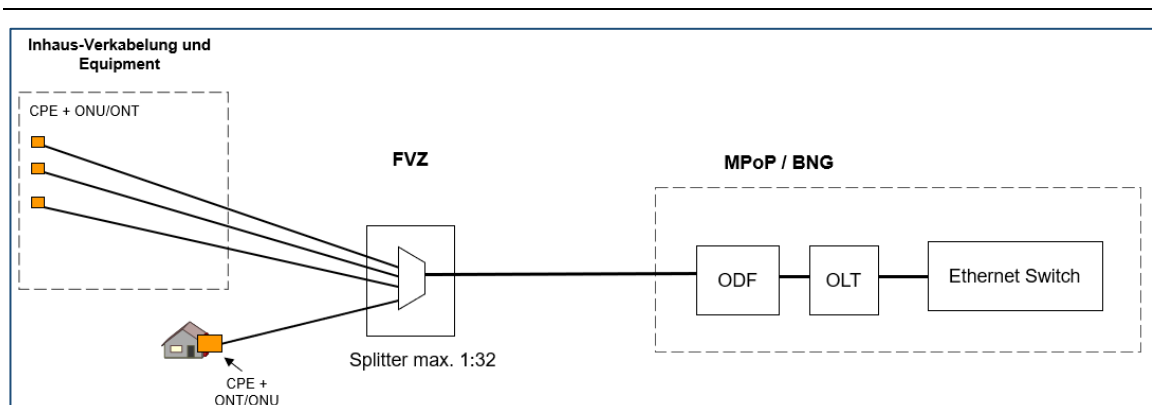
Abbildung 2-1: FTTH PtP (Ethernet)



Quelle: WIK

Bei FTTH PtMP befinden sich nur zwischen dem Netzabschluss auf Kundenseite und dem passiven (= stromlosen) Splittern dedizierte Glasfasern je Teilnehmer. Im Splitter werden die Verkehre mehrerer Teilnehmer auf eine gemeinsame Faser (Feederfaser) aggregiert, die zum MPOP führt (siehe Abbildung 2-2). Die verfügbare Bandbreite der Feederfaser teilt sich entsprechend zwischen allen am jeweiligen Splitter angeschlossenen Teilnehmern. Aus diesem Grund spricht man bei FTTH PtMP auch von einem Shared Medium. Aktuell sind Splitterbeschaltungen von maximal 1:32 Marktstandard, höhere oder niedrigere Beschaltungsfaktoren sind aber technisch möglich. Auch können Splitter an verschiedenen Orten hintereinander geschaltet werden, bis die maximal zulässige Aggregation von Teilnehmern erreicht ist.

Abbildung 2-2: FTTH PtMP (PON)



Quelle: WIK

Den Netzabschluss auf Kundenseite bildet die ONU, den netzseitigen Abschluss der OLT. ONU und CPE können separate Komponenten oder in einem Gerät gemeinsam verbaut sein.

Für den Ausbau der aktiven Infrastruktur stehen unterschiedliche Übertragungstechnologien zur Verfügung, die auf der Glasfaser genutzt werden können. Grundsätzlich wird hier zwischen aktiver Ethernet Technologie und verschiedenen PON Technologien (z. B. GPON, XG.PON, XGS.PON, TWDM PON, DWDM PON) unterschieden. Letztere sind für die Verwaltung der Feederfaser bei PtMP Fasertopologien erforderlich.

Aus der Wahl der Technologie resultieren die Leistungseigenschaften des Netzes, wie z.B. die maximal erreichbare Bandbreiten (insgesamt und je Teilnehmer), Möglichkeiten zur Bereitstellung symmetrischer Bandbreiten, individuelle/geteilte Bandbreiten, Latenzen, Jitter und Paketverlustraten. Tabelle 2-1 gibt einen Überblick über die Leistungsparameter verschiedener Glasfasertechnologien.

Tabelle 2-1: Leistungsparameter verschiedener Glasfasertechnologien im Vergleich

Übertragungs- technologie	FTT...	Bandbreite Downlink	Bandbreite Uplink	Bandbreite individuell/ geteilt	Anzahl der User	Bandbreite symmetrisch/ asymmetrisch	Effektive Bandbreite Downlink	Effektive Bandbreite Uplink	Längen- beschränkung	QoS	HVT Entbündelung	VULA (L2)
		[Gbit/s]	[Gbit/s]				[Gbit/s]	[Gbit/s]	[m]			
GPON (PtMP)	FTTH	2,5	1,25	geteilt	32	asymmetrisch	0,3906	0,1953	20.000	2	n	y
XG.PON	FTTH	10	2,5	geteilt	32	asym./sym.	1,5625	0,3906	40.000	2	n	y
XGS.PON	FTTH	10	10	geteilt	32	symmetrisch	1,5625	1,5625	40.000	2	n	y
TWDM GPON/ NG-PON2	FTTH	4 - 8 x 10	4 - 8 x 10	geteilt	32	asym./sym.	1,5625	1,5625	40.000	2	4-8 Ops	y
Ethernet PtP	FTTH	n x 25	n x 25	individuell	1	symmetrisch	25	25	80.000	1	y	y

Quelle: WIK

Bemerkung: NG-PON2 arbeitet mit bis zu 8 Wellenlängen, die am HVT entbündelt und von mehreren Betreibern genutzt werden können.

Dabei muss beachtet werden, dass nicht jede Topologie mit jeder Technologie kombinierbar ist: Eine PtMP Infrastruktur kann nur mit einer PON-Technologie betrieben werden. PtP-Architekturen sind hingegen grundsätzlich technologie-neutral und können entsprechend sowohl mit aktiver Ethernet-Technologie als auch mit PON-Technologien betrieben werden.³

Die besten Leistungsparameter bietet FTTH PtP Ethernet. Die maximale Übertragungskapazität liegt hier aktuell bei 25 Gbit/s.

³ Im Falle der Kombination einer PtP-Architektur mit einer PON-Technologie werden die passiven Splitter zentral im MPoP installiert.

Je nach Wahl der Technologie wird unterschiedliches aktives Equipment benötigt, welches sowohl in den Gebäuden der Endkunden als auch im MPoP aufgebaut wird.

GPON-Systeme arbeiten mit zwei verschiedenen Wellenlängen, davon eine in der Downstream- und eine andere in der Upstream-Richtung. Downstream erfolgt die Übertragung der Datenpakete im Broadcast-Verfahren, d. h. alle an denselben Splitter angeschlossenen ONU/ONT empfangen die Downstream übertragenen Pakete. Dabei sind die vom OLT gesendeten Informationen verschlüsselt und jede ONU/ONT entschlüsselt nur die an sie adressierten Pakete. Dagegen werden die Upstream-Datenpakete von den einzelnen ONU/ONT Punkt-zu-Punkt übertragen. Dabei wird als Medium-Zugriffskontrolltechnik Time Division Multiple Access (TDMA) verwendet. Der OLT weist den ONUs auf Nachfrage genau definierte Zeitschlitze zu, in denen sie Upstream-Daten übertragen können.⁴ Die aktuell marktgängigsten Technologien sind GPON und XGS.PON. Über GPON sind 2,5 Gbit/s im Downstream und 1,25 Gbit/s im Upstream erreichbar, über XGS.PON 10 Gbit/s symmetrisch.

Mit Blick auf die eingangs besprochene Anwendung von Splittern mit einem Beschaltungsfaktor von 1:32 bedeutet das, dass bei einer vollen Splitterauslastung und einer simultanen Nutzung aller Teilnehmer beim Einsatz von GPON-Technologie maximal 78,125 Mbit/s down und 39,0625 Mbit/s up je Teilnehmer erreichbar sind. Da nicht davon auszugehen ist, dass alle Teilnehmer, die die Bandbreite unter sich teilen, simultan in der „busy hour“ die volle Kapazität benötigen, finden in der Netzplanung Überbuchungsraten Anwendung. Unterstellt man eine volle Splitterauslastung und einen Gleichzeitigkeitsfaktor von 20%, ergeben sich beim Einsatz von GPON-Technologie bei voller Beschaltung als maximal erreichbare Bandbreiten je Teilnehmer 390,625 Mbit/s down und 195,3125 Mbit/s up.⁵

In 2010 haben der FSAN und die ITU-T mit der Standardisierung von Time and Wavelength Division Multiplexing (TWDM) PON begonnen. TWDM-PON verbessert die Leistungseigenschaften von GPON, XG.PON und XGS.PON. Über TWDM-PON können pro Faser bis zu acht verschiedene Wellenlängen verwendet werden.⁶ Je Farbe gibt es ein xPON System, das einem Betreiber (entbündelt) zur Verfügung gestellt werden könnte.

In den folgenden beiden Abbildungen sind zur Veranschaulichung die beiden Ausbauvarianten FTTH PtP (Ethernet) und FTTH PtMP (PON) noch einmal grafisch

4 Vgl. (Plückebaum & Sanchez-Gacía, 2016, S. 5)

5 Die State Aid Guidelines der Kommission sehen einen Gleichzeitigkeitsfaktor von 10% vor. Unter dieser Annahme ergeben sich beim Einsatz von GPON-Technologie als maximal erreichbare Bandbreite je Teilnehmer 781,25 Mbit/s down und 390,625 Mbit/s up. Siehe (European Commission, 2023)

6 Vgl. (Plückebaum & Sanchez-Gacía, 2016, S. 5)

dargestellt. Das aktive Equipment kann sowohl am MPoP als auch am BNG platziert werden.

2.2 Unterschiede zwischen aktiven und passiven Vorleistungsprodukten

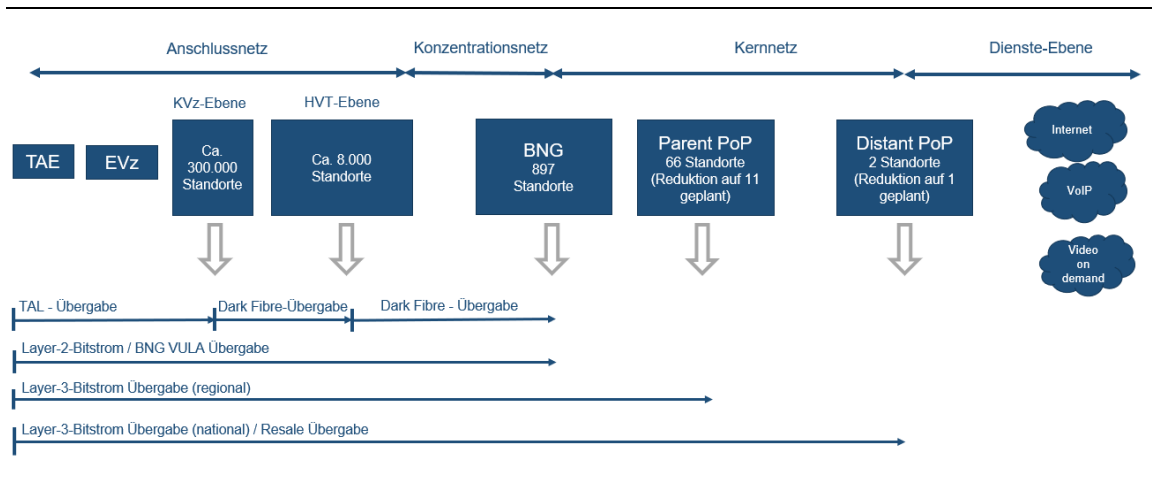
Grundsätzlich sind unterschiedliche Übergabepunkte für FTTH-Vorleistungen möglich. Bis zu dem jeweiligen Übergabepunkt muss der Vorleistungsnachfrager in Richtung des Endkunden seine eigene Glasfaserinfrastruktur aufbauen. Der Übergabepunkt richtet sich nach dem bezogenen Vorleistungsprodukt.

Man unterscheidet zwischen aktiven und passiven Zugangsprodukten. Beim passiven Zugang übernimmt der Vorleistungsnachfrager die „blanke Faser“ (=Entbündelung) und baut eigene aktive Technik auf. Im Falle von aktiven Vorleistungsprodukten baut der Vorleistungsanbieter die aktive Technik auf.

Die folgende Abbildung zeigt die Netzstruktur der TDG in der Kupferwelt. Die dargestellten Netzknoten stellen aber auch in der neuen FTTH-Welt mögliche Übergabepunkte für FTTH-basierte Vorleistungsprodukte dar, allerdings unterscheiden sich die Bezeichnungen.

Der KVz stellt einen Verzweigungspunkt für Kupferdoppeladern dar, der FVz ist einer für Glasfaserkabel. Netzhierarchisch entsprechen sich KVz und FVz, wobei die Zahl der FVz die der KVz übersteigt. Bei beiden handelt es sich um Verzweiger für Feeder-Kabel. In der Glasfaserwelt können sich sowohl der FVz als auch der Splitter auf KVz-Ebene oder näher am Endkunden befinden. Der Splitter muss sich dabei nicht am FVz befinden, z. B. aus Kostengründen (Einsparung von Splices) kann es aber sinnvoll sein, ihn dort zu platzieren. In den folgenden Ausführungen wird unterstellt, dass der FVz bei PtMP dem Splitterstandort entspricht. Netzhierarchisch entsprechen sich zudem der HVT in der Kupferwelt und der MPoP in der Glasfaserwelt.

Abbildung 2-1: Schematische Darstellung der Netzinfrastruktur der TDG und möglicher Übergabepunkte für FTTH-basierte Vorleistungen



Quelle: WIK in Anlehnung an Bundesnetzagentur (2019)⁷

Zu beachten ist, dass bei der TDG der Rückbau bzw. die Reduktion der HVT- und Parent POP-Standorte begonnen hat und es strategische Bestrebungen gibt, dass die Übergabe von Vorleistungen zukünftig auf höhere Netzebenen verlagert wird.

Die Übergabepunkte der alternativen Vorleistungsanbieter können sich bezogen auf den jeweiligen genauen Standort an anderer Stelle befinden als die Übergabepunkte der TDG.

Zu den aktiven Vorleistungsprodukten zählen Resale, Layer-2- und Layer-3-Bistrom sowie Virtual Unbundled Local Access (VULA). Die Glasfaser-TAL (Teilnehmeranschlussleitung), Dark Fiber und der Zugang zu Leerrohren und Masten gehören zu den passiven Vorleistungsprodukten. Zwischen den beiden Zugangsmöglichkeiten gibt es einige grundsätzliche Unterschiede.

⁷ Vgl. (Bundesnetzagentur, 2019)

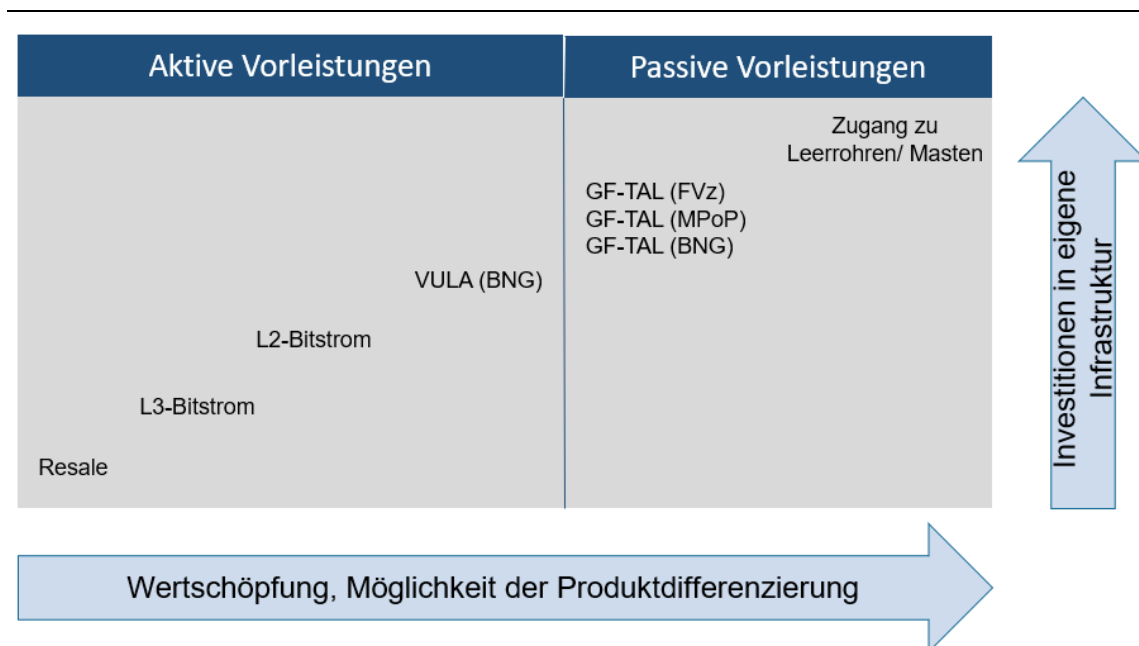
Technische Realisierung im Allgemeinen

Nur bei den passiven Vorleistungen erfolgt eine physische Übergabe der Endkundenleitungen. Man spricht in diesem Fall daher auch von einer physischen oder passiven Entbündelung. Bei den aktiven Vorleistungen wird nur der Datenverkehr übergeben, eine Bitfolge in einem definierten Format.

Umfang der eigenen Wertschöpfung, der Möglichkeiten der Produktdifferenzierung, und der erforderlichen Investitionen in eigene Infrastruktur

Je nach Übergabepunkt und Vorleistungsprodukt ergibt sich für Vorleistungsnachfrager ein Trade-off zwischen der eigenen Wertschöpfungstiefe und damit der Möglichkeit der Produkt- und Preisdifferenzierung auf der einen und der Höhe der notwendigen Investitionen in eigene Infrastruktur auf der anderen Seite (siehe Abbildung 2-4).

Abbildung 2-2: Wertschöpfung, Produktdifferenzierung und erforderliche Investitionen bei unterschiedlichen Vorleistungsprodukten



Quelle: WIK

Passive Vorleistungsprodukte eröffnen die größten Gestaltungsspielräume für Vorleistungsnachfrager, erfordern allerdings auch die höchsten eigenen Investitionen.

Um Endkundenprodukte auf Basis von passiven Vorleistungsprodukten oder auch selbst aktive Vorleistungsprodukte für Dritte anbieten zu können, muss der

Vorleistungsnachfrager passive Infrastruktur nur bis zum Übergabepunkt sowie eigene aktive Technik aufbauen.

Bei der Verwendung von aktiven Vorleistungsprodukten fällt der Aufbau der aktiven Komponenten hingegen in den Bereich des Vorleistungsanbieters. Der Vorleistungsnachfrager muss (aus netztechnischer Sicht) nur bis zum Übergabepunkt in eigene Infrastruktur investieren, die sich in der Regel auf einer höheren Netzebene als bei der passiven Übergabe befindet. Entsprechend sind bei passiven Vorleistungsprodukten zusätzlich zu den Investitionen in aktives Equipment auch die notwendigen Investitionen für die Zu- und Abführung der Verkehre höher als wenn aktive Vorleistungen genutzt werden.

Eine grundsätzliche Ausnahme stellen VULA Produkte dar, bei denen gemäß Definition die Übergabe dezentral auf ähnlicher Netzebene wie beim physisch entbündelten Zugang stattfindet (siehe Kapitel 2.3.3). Für FTTH-Produkte der TDG findet die Übergabe der VULA Produkte auf BNG-, bei geförderten FTTC-Ausbauten am KVz-Ebene statt.

Geschäftsmodelle für Vorleistungsnachfrager

Die Entscheidung für die Nutzung aktiver und passiver Vorleistungen bestimmt nicht nur die Wertschöpfungstiefe des jeweiligen Vorleistungsnachfragers, sondern bedingt auch die Geschäftsmodelle, die hierauf aufgesetzt werden können.

Das Open Layer Modell der Kommission unterscheidet drei Stufen auf denen die Wertschöpfung in einem Breitbandnetz erbracht wird.⁸ Dem Infrastrukturanbieter (PIP) gehört die passive Infrastruktur, für deren Instandhaltung er zuständig ist. Der Netzbetreiber (NP) installiert und betreibt die aktive Technik. Der Diensteanbieter (SP) erbringt die digitalen Dienste und vermarktet diese an seine Endkunden. Je nach Geschäftsmodell können alle oder mehrere Wertschöpfungsstufen vom selben oder von unterschiedlichen Akteuren erbracht werden (siehe auch Kapitel 3.2).

Aktive Vorleistungsprodukte ermöglichen dem Vorleistungsnachfrager ausschließlich auf Layer 3 aktiv zu sein und die Rolle des Diensteanbieters zu übernehmen.

Die Anmietung der Glasfaser-TAL ermöglicht es dem Vorleistungsnachfrager hingegen, entweder

- lediglich die Wertschöpfungsstufe des aktiven Netzbetriebs (Layer 2) zu übernehmen und aktive oder passive Vorleistungsprodukte an Diensteanbieter weiterzuverkaufen, ohne ein eigenes Endkundengeschäft zu betreiben, oder

⁸ Siehe (Europäische Kommission, 2015)

- als integrierter Netzbetreiber und Diensteanbieter (Übernahme von Layer 2 und Layer 3) zu agieren und nur Vorleistungsprodukte auf Layer 2 und/oder 3 anzubieten, oder
- sowohl eigene Dienste an Endkunden zu vermarkten als auch andere Diensteanbieter mit aktiven (oder passiven) Vorleistungsprodukten zu versorgen.⁹

Art der Bepreisung

Ein weiteres Unterscheidungskriterium zwischen aktiven und passiven Vorleistungen besteht in der Bepreisung. Während diese bei aktiven Vorleistungsprodukten in der Regel bandbreitenabhängig erfolgt, werden passive Produkte i.d.R. bandbreitenunabhängig bepreist. Zudem ist die Preissetzung bei letzteren in der Regel stärker kostenorientiert.

Im Folgenden sollen die verschiedenen aktiven und passiven Vorleistungsprodukte in Bezug auf die technische Realisierung, die Notwendigkeit von Investitionen in eigene Infrastruktur und die Differenzierungsmöglichkeiten des Vorleistungsnachfragers näher betrachtet werden.

2.3 Aktive Vorleistungsprodukte

2.3.1 Resale

Bezogen auf die in Abbildung 2-3 skizzierte Netzinfrastruktur der TDG erfolgt die Übergabe von Resale Vorleistungsprodukten am distant PoP. Entsprechend muss der Vorleistungsnachfrager weder im Anschluss-, Konzentrations- oder Kernnetz eigene Infrastruktur aufbauen.

Der Vorleistungsnachfrager bezieht ein fertiges Produkt, das er unter seiner eigenen Marke weiterverkauft. Eine Veredelung des Produktes durch die Applizierung eigener Dienstemerkmale ist bei klassischen Resale-Produkten kaum möglich, die (technische) Produktdifferenzierung ist sehr stark eingeschränkt.¹⁰

2.3.2 Bitstrom

Bezogen auf die in Abbildung 2-3 skizzierte Netzinfrastruktur der TDG kann die Übergabe von Bitstrom Vorleistungsprodukten am BNG (Layer-2-Bitstrom), am Parent PoP (Layer-3-Bitstrom mit regionaler Übergabe) oder am distant PoP (Layer-3 Bitstrom mit nationaler Übergabe) erfolgen.

⁹ Siehe dazu auch: (Neumann, et al., 2021, S. 13 f.), Vgl. (Europäische Kommission, 2015, S. 34 ff.)

¹⁰ (Bundesnetzagentur, 2020, S. 48)

Im Gegensatz zum reinen Resale ergeben sich bei der Abnahme von Bitstrom-Produkten Produktgestaltungsspielräume durch die Konfiguration eigener Produktbündel, die mit individuellen Qualitätsparametern versehen werden können. Inwieweit eine Qualitätsdifferenzierung möglich ist, hängt vom entsprechenden Übergabepunkt ab.

Während beim Layer-3-Bitstrom die Übergabe am Parent PoP und damit im Kernnetz erfolgt und das Konzentrationsnetz des Infrastrukturbetreibers genutzt wird, müssen für eine Übernahme des Layer-2-Bitstroms am BNG durch die Vorleistungsnachfrager eigene weiterführende Netze mit Konzentrations- und Kernnetzfunktionen bereitgestellt werden.

Aus diesem Grund erlauben die Übernahme des Layer-2-Bitstroms und der Zugriff auf das Layer 2 Protokoll eine weitreichendere Qualitätsdifferenzierung als die von Layer-3-Bitstrom. Hinzu kommt, dass die Übertragung bei Layer-3-Bitstrom nach dem Best-effort-Prinzip, d. h. ohne Priorisierung bestimmter Datenpakete stattfindet, so dass die Nutzung echtzeitkritischer Dienste erschwert wird. Layer-2-Bitstrom erlaubt dem Vorleistungsnachfrager hingegen die Priorisierung bestimmter Datenpakete und die Bestimmung des Überbuchungsgrades, was auch die Nutzung echtzeitkritischer Dienste ermöglicht.¹¹

2.3.3 VULA

Beim Virtual Unbundled Local Access mit Übergabe am BNG handelt es sich um ein auf Layer-2-Bitstrom basierendes aktives Vorleistungsprodukt.¹²

Gemäß der Explanatory Note zur Märkte-Empfehlung der EU-Kommission sollte VULA der physischen Entbündelung soweit wie möglich funktional gleichwertig sein und daher kumulativ die folgenden drei Kriterien erfüllen:

Der Zugang sollte

1. lokal¹³ erfolgen;
2. generisch sein und den Zugangsnachfrager eine dienstunabhängige Übertragungskapazität bieten, die in der betrieblichen Anwendung nicht überbucht ist;

¹¹ Siehe (Braun, Wernick, Plückebaum, & Ockenfels, 2019, S. 85 f.)

¹² Siehe zum Thema VULA: (Godlovitch & Plückebaum, 2018)

¹³ Gemäß der Europäischen Kommission wird der lokale Zugang in der Regel definiert als Zugang am MDF/OLT oder näher am Kunden. Der zentrale Zugang erfolgt dagegen an einem oder an Zusammenschaltungspunkt(en). Vgl. (European Commission, 2020, S. 40)

3. dem Zugangsnachfrager eine ausreichende Kontrolle über das Übertragungsnetz bieten, um eine Produktdifferenzierung und -innovation ähnlich wie beim entbündelten Zugang zu ermöglichen.¹⁴

In der regulatorischen Praxis wird der VULA häufig auf einer Netz-Ebene oberhalb der HVT übergeben und erfüllt damit den Gedanken lokaler Übergabe nur bedingt.

In jedem Falle ist es für den Vorleistungsnachfrager weder über ein herkömmliches Bitstrom- noch über ein VULA-Vorleistungsprodukt möglich, den Vorleistungsanbieter zu übertreffen.¹⁵

2.4 Passiver Zugang

Wie bereits beschrieben erfolgt beim passiven Zugang eine physische Übergabe der Endkundenleitungen. Die aktive Infrastruktur wird durch den Vorleistungsnachfrager selbst aufgebaut.

Für den passiven Zugang im Allgemeinen lässt sich daher sagen, dass dieser dem Vorleistungsnachfrager weitestgehende Produktgestaltungsmöglichkeiten eröffnet, wie z. B. die Festlegung der Geschwindigkeitsklassen (bei PtMP unter Berücksichtigung der Bandbreitenrestriktionen des shared medium). Der passive Zugang erlaubt eine weitestgehende Ausschöpfung der physischen Übertragungseigenschaften des Übertragungsmediums. Bei Glasfasern ist diese Nutzbarkeit im Gegensatz zu Kupferdoppeladern auch nicht von elektromagnetischen Interferenzen beeinträchtigt.

Abhängigkeiten vom Netzbetreiber betreffen nur die Bereiche Bereitstellung, Entstörung und Qualität der übergebenen Anschlussleitung. Auch eine Fehleranalyse und -beseitigung auf der aktiven Ebene ist unabhängig vom Netzinhaber durchführbar.

Allerdings muss zwischen einem entbündelten Zugang in FTTH-Netzen in der Ausbauvariante PtP und FTTH-Netzen in PtMP-Bauweise unterschieden werden.

In Abhängigkeit davon, in welcher Topologie und mit wie vielen Fasern das FTTH-Netz ausgebaut wird, ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten der technischen Realisierung sowie für die Wahl der Übergabepunkte. In Anbetracht des hohen Anteils der Verlegekosten an den Gesamtinvestitionen bei der FTTH-Realisierung hat der Übergabeort gravierende Auswirkungen auf den Umfang der durch den Vorleistungsnachfrager zu tätigen Eigeninvestitionen in passive Infrastruktur.

¹⁴ (European Commission, 2020, S. 43)

¹⁵ (European Commission, 2020, S. 40), Fußnote 126

- Netzwerkseitiger Ethernet-Port
- Konzentrationsnetz
- Kernnetz

Die Annahme in Abbildung 2-5 ist, dass der Vorleistungsanbieter und der Vorleistungsnachfrager ein Ethernet P2P Netz betreiben. Entscheidend für die Differenzierungsmöglichkeiten des Vorleistungsnachfragers ist hier, dass die FTTH PtP Architektur technologieneutral ist, d. h. der Vorleistungsnachfrager nicht an die Technologieauswahl des Vorleistungsanbieters gebunden, sondern in Bezug auf die eigene aktive Technik die freie Auswahl zwischen den am Markt verfügbaren Varianten hat.

2.4.2 Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP

Variante 3: Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am FVz

Ein entbündelter Zugang bei FTTH PtMP in Form der Abnahme einer dedizierten Glasfaser je Teilnehmer ist bei FTTH PtMP nur am letzten Splitter vor dem Endkunden, auf der kundenindividuellen Faser, typischerweise am FVz (Variante 3), möglich (FVz-Glasfaser-TAL). Die Investitionen in eigene passive Infrastruktur fallen hier allerdings deutlich höher aus als bei den beiden zuvor beschriebenen Varianten, da nicht nur ein eigenes Kern- und Konzentrationsnetz aufgebaut werden muss, sondern zusätzlich auch passive Infrastruktur zwischen MPoP und FVz, d. h. auch ein eigenes Feedernetz. Hinzu kommt, dass die Anzahl der erreichbaren Anschlüsse je FVz deutlich geringer ist als bei einer Übergabe auf HVT- oder BNG-Ebene, sich also neben höheren absolute Investitionen je Übergabepunkte zudem noch auf eine deutlich geringere Anzahl potenziellen Kunden verteilen. Zudem müssten deutlich mehr Standorte ausgebaut werden, um eine bestimmte Anzahl an Kunden gewinnen zu können.

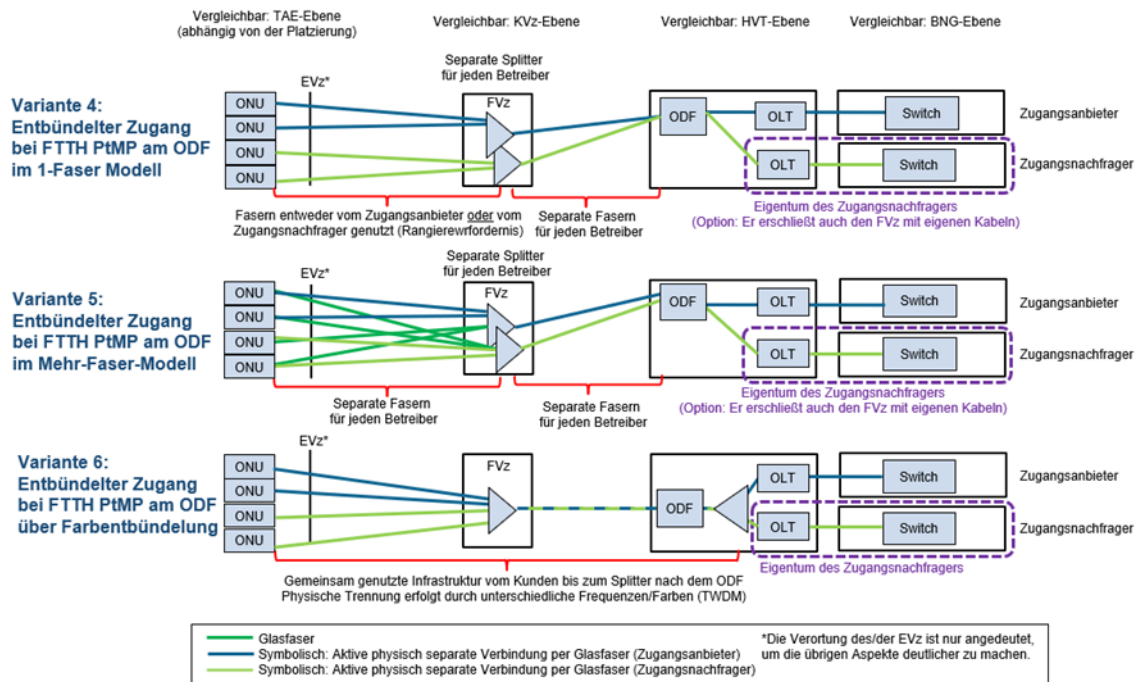
In Bezug auf die Wahl der aktiven Technik und die Differenzierungsmöglichkeiten gilt hier das gleiche wie für die zuvor beschriebenen Varianten 1 und 2.

Soll bei FTTH PtMP eine physische Entbündelung auf höherer Ebene als dem FVz erfolgen, sind die folgenden Varianten technisch realisierbar:

- Variante 4: Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im 1-Faser-Modell / im Mehr-Faser Modell /
- Variante 5: Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im Mehr-Faser Modell
- Variante 6: Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF über Farbentbündelung

Die folgende Abbildung zeigt die drei genannten Entbündelungsvarianten in grafischer Form.

Abbildung 2-4: Entbündelungsvarianten bei FTTH-Netzen in PtMP-Bauweise



Quelle: In Anlehnung an Bundesnetzagentur (2019)¹⁶

Variante 4: Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im 1-Faser-Modell

Bei Variante 4 kolloziert sich der Zugangsnachfrager wie schon bei den Varianten 1 und 2 am ODF des Zugangsanbieters. Auch hier wäre je nach Aufbau des Netzes theoretisch eine Übergabe sowohl auf HVT- als auch auf BNG-Ebene möglich.

Zwischen ODF und FVz wird für jeden Betreiber eine eigene (Feeder-)Faser benötigt. Eine hinreichende Anzahl von Fasern auf dieser Strecke bzw. eine eventuelle Nachrüstung ist daher Voraussetzung.

Der Zugangsnachfrager mietet die Feederfaser zwischen ODF und FVz beim Zugangsanbieter an. Zudem wird im FVz für jeden Vorleistungsnachfrager ein separater Splitter je Feederfaser benötigt.

Zwischen FVz und Netzabschluss beim Endkunden liegt nur eine Faser je Teilnehmer, die entweder vom Infrastrukturbetreiber oder dem/einem der Vorleistungsnachfrager genutzt werden kann. Da nur eine Faser zur Verfügung steht, besteht eine

16 Vgl. (Bundesnetzagentur, 2019, S. 121), Abbildung 21

Rangiererfordernis. Die Glasfaser des jeweiligen Teilnehmers wird mit dem Splitter desjenigen Anbieters verbunden, der den Teilnehmer als Kunden aktiviert.

Wie bei Variante 1 und 2 baut der Zugangsnachfrager eigene passive Infrastruktur bis zum Übergabepunkt am ODF sowie eigene aktive Technik auf. Allerdings ist der Zugangsnachfrager in seiner Wahl hier beschränkt auf die Auswahl zwischen verschiedenen PON-Technologien, die den Zugangsnachfrager im Vergleich zu FTTH PtP Ethernet aufgrund der schlechteren Leistungseigenschaften und des Shared Medium Charakters in seiner Gestaltungsfreiheit nach oben limitieren.

Variante 5: Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im Mehr-Faser Modell

Im Unterschied zu Variante 4 liegen zwischen FVz und Netzabschluss beim Endkunden mehrere Fasern je Teilnehmer, so dass jeder Betreiber je Teilnehmer, ob aktiv oder nicht, eine separate Faser erhält und keine Rangiererfordernis besteht. Aufgrund der höheren Anzahl an verlegten Fasern im diesem Netzsegment ist der Ausbau für den Infrastrukturbetreiber teurer als bei Variante 3. Darüber hinaus gelten die gleichen Aussagen wie für Variante 4.

Variante 6: Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF über Farbentbündelung

Eine weitere Entbündelungsvariante bei FTTH PtMP am ODF stellt die Nutzung von TWDM / Farbentbündelung dar. Splitter und Feederfaser werden hier gemeinsam genutzt. Die physische Entbündelung erfolgt über die Zuteilung unterschiedlicher Frequenzen / Farben an die verschiedenen Betreiber (siehe dazu Kapitel 2.1). Auch in dieser Variante kann sich der ODF auf HVT- oder BNG-Ebene befinden.

In Bezug auf das benötigte aktive Equipment muss beachtet werden, dass die für eine Farbentbündelung erforderlichen ONUs (deutlich) teurer als die für herkömmliche GPON-Systeme und auch nicht Bestandteil der standardmäßig vertriebenen CPEs sind. Stattdessen werden spezielle farblose ONUs benötigt, die flexibel jede Wellenlänge ohne Hardwareaustausch nutzen können. Die Endkundengeräte müssen sich auf jede der in NG-PON2 spezifizierten Wellenlängen einstellen können. Die Komplexität des Senders steigt, und der Empfänger muss mit einem abstimmbaren Filter oder einem sogenannten tunable Laser für Senden und Empfangen ausgestattet sein.¹⁷

In Bezug auf die Differenzierungsmöglichkeiten ist der Vorleistungsnachfrager bei der Implementierung von TWDM-PON auf die vom ausbauenden Unternehmen gewählte PON-Technologie festgelegt und daher noch stärker festgelegt als in den Varianten 4 und 5.

¹⁷ Vgl. (Plückebaum & Sanchez-Gacia, 2016, S. 9)

2.5 Beurteilung der Optionen aus Sicht des Vorleistungsnachfragers

Für die Beurteilung der Attraktivität der oben vorgestellten Entbündelungsvarianten aus Sicht der Vorleistungsnachfrager sind insbesondere die folgenden Kriterien von Relevanz:

1. **Gestaltungs- und Differenzierungsmöglichkeiten für eigene Produkte und Preise**
2. **Kommerzielle Attraktivität und Skalierbarkeit** hinsichtlich
 - a. den erforderlichen Eigeninvestitionen (je TN)
 - b. der Struktur der Vorleistungsentgelte und Zurechenbarkeit auf einzelne TN
 - c. der absoluten Höhe der Vorleistungsentgelte.
3. **Wahrscheinlichkeit, dass ein entsprechender Zugang** überhaupt, und wenn ja, zu Konditionen **durchgesetzt werden kann**, der VL-Nachfrager in die Lage versetzt, eigene Produkte profitabel zu vermarkten.

2.5.1 Gestaltungs- und Differenzierungsmöglichkeiten

Beim entbündelten Zugang über FTTH PtP (Variante 1 und 2) bestehen unabhängig vom Übergabepunkt keinerlei Einschränkungen in Bezug auf die Möglichkeiten der Produktgestaltung. Gleiches gilt für den entbündelten Zugang am FVz bei FTTH PtMP. Der Vorleistungsnachfrager ist in der Wahl seines aktiven Equipments nicht limitiert. Dadurch kann er die Leistungseigenschaften der von ihm angebotenen Produkte im Rahmen der Leistungsparameter, die die von ihm ausgewählte Technologie bietet, frei gestalten. Wählt der Vorleistungsnachfrager eine leistungsstärkere Technologie aus als der Infrastrukturbetreiber, kann er sich auch in Bezug auf die Leistungsparameter seiner Produkte differenzieren.

Anders sieht dies bei FTTH PtMP Netzen aus, bei denen die Übergabe am ODF stattfindet. Zwar kann der Vorleistungsnachfrager das Netz mit einer anderen PON-Technologie als sein Vorleistungsanbieter oder etwaige andere Vorleistungsnachfrager betreiben, Technologieneutralität ist jedoch nicht gegeben. Entsprechend bestehen die oben geschilderten Limitationen hinsichtlich der Gestaltungsfreiheit in Bezug auf die angebotenen Produkte und Preise. Darüber hinausgehende Einschränkungen ergeben sich bei der Farbentbündelung (Variante 6), wo der Vorleistungsnachfrager an die vom Infrastrukturbetreiber ausgewählte Technologie gebunden ist.

Tabelle 2-2: Gestaltungs- und Differenzierungsmöglichkeiten verschiedener FTTH-Entbündelungsvarianten im Vergleich

Zugangsvariante	Beschreibung	Umfang der Gestaltungsmöglichkeiten*
1. Entbündelter Zugang bei FTTH PtP am ODF auf BNG-Ebene	- Keine Einschränkungen im Hinblick auf die Produktgestaltung.	
2. Entbündelter Zugang bei FTTH PtP am ODF auf HVT-Ebene	- Keine Einschränkungen im Hinblick auf die Produktgestaltung.	
3. Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am FVz	- Keine Einschränkungen im Hinblick auf die Produktgestaltung.	
4. Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im 1-Faser-Modell	- Nicht technologieneutral. - Einschränkungen bei der Produktgestaltung aufgrund der Limitationen von PtMP.	
5. Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im Mehr-Faser Modell	- Nicht technologieneutral. - Einschränkungen bei der Produktgestaltung aufgrund der Limitationen von PtMP.	
6. Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF über Farbentbündelung	- Nicht technologieneutral. - Einschränkungen bei der Produktgestaltung aufgrund der Limitationen von PtMP.	

Quelle:

WIK

Bemerkung: * Je stärker der Kreis gefüllt ist, desto mehr Gestaltungsmöglichkeiten bestehen.

2.5.2 Kommerzielle Attraktivität

Die kommerzielle Attraktivität der unterschiedlichen Vorleistungsoptionen setzt sich aus drei Komponenten zusammen:

1. Dem Umfang erforderlicher Eigeninvestitionen
2. Struktur der Vorleistungsentgelte und Zurechenbarkeit auf einzelne Teilnehmer
3. Absolute Höhe der Vorleistungsentgelte

Erforderliche Eigeninvestitionen

Die verschiedenen Entbündelungsvarianten erfordern unterschiedliche Eigeninvestitionen vonseiten der Vorleistungsnachfrager. Dies betrifft sowohl den Aufbau eigener passiver als auch aktiver Infrastruktur. Ob ein kommerziell tragfähiger Betrieb möglich ist, hängt dabei nicht nur von der absoluten Höhe der Eigeninvestitionen ab, sondern auch von den erforderlichen Investitionen je Teilnehmer.

Die höchsten Investitionen fallen bei den Nachfragern eines entbündelten Zugangs für den Aufbau der passiven Infrastruktur bis zum Ort der Zusammenschaltung mit dem Vorleistungsanbieter an. Je lokaler sich die Standorte der Übergabepunkte befinden und je kleiner die Zahl der erreichbaren Teilnehmer je Übergabepunkt ist, desto höher fallen die erforderlichen Investitionen je erreichbarem Teilnehmer aus. Vice versa gilt, dass zentrale Übergabepunkte mit einer großen Zahl an erreichbaren Teilnehmern eine Skalierung und damit tragfähige Business Cases ermöglichen.

Dies lässt sich beispielhaft an der Netzstruktur der TDG illustrieren. Wie in Tabelle 2-3 dargestellt, verfügte die TDG Stand 2019 über rund 300.000 Standorte auf KVz-Ebene (FVz), 8.000 Standorte auf HVT-Ebene (MPoP) und 897 BNG-Standorte, die grundsätzlich als Übergabepunkte für entbündelte Glasfaser-TALs infrage kämen.

Bei rund 41 Mio. Haushalten und einer angenommenen angestrebten FTTH-Eigenabdeckung von ca. 75 % der Haushalte wären im Netz der TDG im Durchschnitt perspektivisch je BNG zwischen 30-40 Tsd. Wohneinheiten erreichbar. Bei einer auf Basis von Erfahrungswerten für den profitablen Betrieb eines Standorts angenommenen kritischen Mindestgröße von ca. 1-2 Tsd. aktiven Teilnehmern je erschlossenem Kollokationspunkt, sollte an den meisten BNGs neben der TDG für 3-4 Wettbewerber ein kommerziell tragfähiger Betrieb möglich sein.

Bei einer Übergabe des passiven Zugangs auf HVT-Ebene sollten im Netz der TDG im Durchschnitt perspektivisch je Kollokationspunkt zwischen 3-4 Tsd. Wohneinheiten erreichbar sein, (wobei zwischen ländlichen Gebieten und Ballungsräumen teilweise eine deutliche Streuung bei der Zahl der je HVT erreichbaren Wohneinheiten besteht). Bei einer kritischen Mindestgröße von ca. 1-2 Tsd. Teilnehmern je erschlossenem Kollokationspunkt, sollte daher an vielen HVTs neben der TDG, wenn überhaupt, nur für einen Wettbewerber ein kommerziell tragfähiger Betrieb möglich sein.

Eine Übergabe der Glasfaser-TAL auf FVz Ebene ist aufgrund der geringen Zahl an erreichbaren Haushalten (im Durchschnitt ca. 100 adressierbare WEs) hingegen nicht oder wenn überhaupt, nur in Ausnahmefällen ökonomisch abbildbar. Entsprechend ist der entbündelte Zugang bei FTTH PtMP am FVz (Variante 3) für Vorleistungsnachfrager mit deutlich höheren Investitionen je Teilnehmer verbunden und damit in der Regel ökonomisch nicht tragfähig.

Aufgrund des überwiegenden Anteils der Verlegekosten für die passive Infrastruktur an den Gesamtinvestitionen fallen die Kostenunterschiede für das aktive Equipment sowie die zusätzlichen Kosten für den Aufbau eigener Splitter bei der PtMP Entbündelung am ODF in der Beurteilung der verschiedenen Varianten weniger stark ins Gewicht, wobei die Unteilbarkeiten bei den Splitttern Einfluss auf die Skalierung haben. Gleichwohl können die Varianten 1, 2, 3, 4 und 6 nach unserer Einschätzung unter dem Kriterium der erforderlichen Investitionen je Teilnehmer als vergleichbar beurteilt werden.

Tabelle 2-3: Erforderliche Eigeninvestitionen bei unterschiedlichen Entbündelungsvarianten im Vergleich¹⁸

Zugangsvariante	Eigene Investitionen	Relativer Umfang der erforderlichen Eigeninvestitionen*
1. Entbündelter Zugang bei FTTH PtP am ODF auf BNG-Ebene	- Eigenes Backbone und netzseitiges Equipment ab dem Übergabepunkt am ODF - CPE beim Endkunden bei FTTH PtP (Ethernet) - CPE + ONU beim Endkunden bei FTTH PtP (PON)	
2. Entbündelter Zugang bei FTTH PtP am ODF auf HVT-Ebene	- Eigenes Backbone / Backhaul und netzseitiges Equipment ab dem Übergabepunkt am ODF - CPE beim Endkunden bei FTTH PtP (Ethernet) - CPE + ONU beim Endkunden bei FTTH PtP (PON)	
3. Entbündelter Zugang am FVz	- Eigenes Backbone / Backhaul / Feedersegment und netzseitiges Equipment ab dem FVz - CPE beim Endkunden bei FTTH PtP (Ethernet) - CPE + ONU beim Endkunden bei FTTH PtP (PON) - Eigene Splitter bei FTTH PtP (PON)	
4. Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im 1-Faser-Modell	- Je nach Übergabepunkt (BNG- oder HVT-Ebene) eigenes Backbone oder Backbone / Backhaul und netzseitiges Equipment ab dem Übergabepunkt am ODF - Eigene Splitter auf FVz-Ebene - CPE + ONU beim Endkunden	 
5. Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im Mehr-Faser Modell	- Je nach Übergabepunkt (BNG- oder HVT-Ebene) eigenes Backbone oder Backbone / Backhaul und netzseitiges Equipment ab dem Übergabepunkt am ODF - Eigene Splitter auf FVz-Ebene - CPE + ONU beim Endkunden	 
6. Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF über Farbentbündelung	- Je nach Übergabepunkt (BNG- oder HVT-Ebene) eigenes Backbone oder Backbone / Backhaul und netzseitiges Equipment ab dem Übergabepunkt am ODF - CPE + ONU beim Endkunden (Die heute standardmäßig genutzten CPEs mit integrierten ONU verfügen jedoch nicht über die erforderlichen Funktionalitäten).	 

Quelle:

WIK

* Je stärker der Kreis gefüllt ist, desto höhere Eigeninvestitionen sind für den Vorleistungsnachfrager erforderlich. Bei den Varianten 4, 5 und 6 symbolisiert der erste Kreis jeweils eine Übergabe am BNG und der zweite eine Übergabe auf HVT-Ebene.

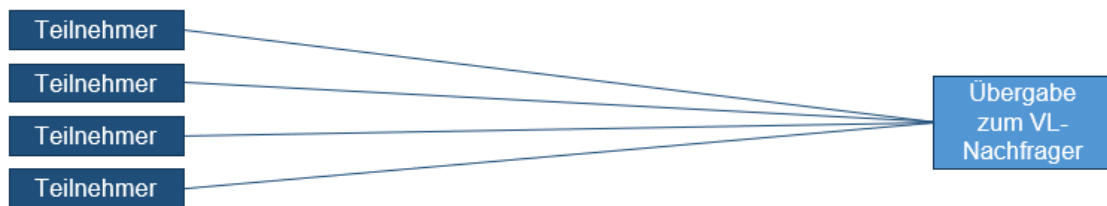
Struktur der Vorleistungsentgelte und Zurechenbarkeit auf einzelne Teilnehmer

Die Entgeltstruktur bei der Zurverfügungstellung eines passiven Zugangs in einem FTTH PtP Netz unterscheidet sich gravierend von der Entgeltstruktur in einem FTTH PtMP Netz.

Bei FTTH PtP führt eine durchgängige Faser vom Teilnehmer bis zum ODF. Die Abrechnung erfolgt je übergebener Faser, d. h. einzelleitungsbezogen (siehe Abbildung 2-7). Auch die Anwendung von IRU-Modellen ist hier denkbar.

¹⁸ Hier nicht mit aufgeführt: Stellfläche und Energie

Abbildung 2-5: Entgeltstruktur in einer PtP-Topologie



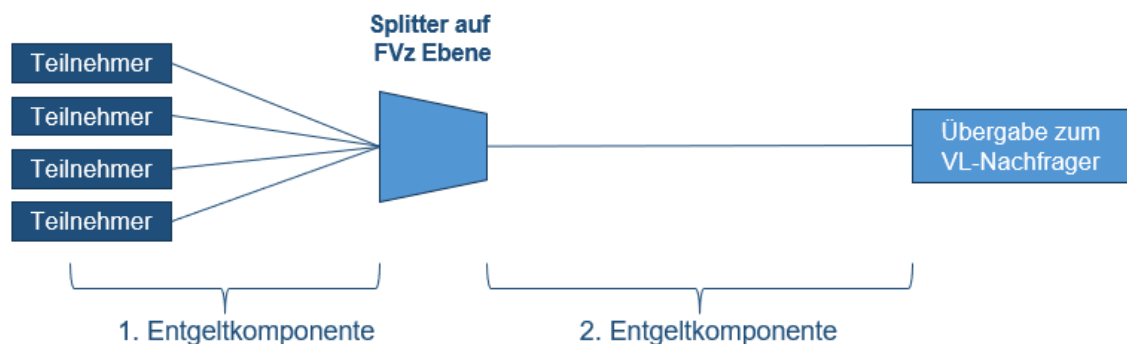
Quelle: WIK

Diese Entgeltstruktur bietet für Vorleistungsnachfrager den Vorteil einer klaren Zurechenbarkeit der Vorleistungskosten auf den individuellen Teilnehmer, was eine gute Kalkulierbarkeit ermöglicht.

Deutlich anders stellt sich die Entgeltstruktur bei FTTH PtMP dar. Diese setzt sich aus zwei unterschiedlichen Entgeltkomponenten zusammen (siehe Abbildung 2-8):

- Entgeltkomponente 1 bezieht sich auf das Entgelt für die Strecke zwischen Teilnehmer und FVz. Da auf dieser Teilstrecke eine dedizierte Faser je Teilnehmer angemietet wird, handelt es sich bei Entgeltkomponente 1 um ein auf den einzelnen Teilnehmer zurechenbares Entgelt.
- Entgeltkomponente 2 bezieht sich auf das Entgelt für die Anmietung der Faser zwischen FVz und ODF (Feederfaser). Diese Strecke wird i. d. R. unabhängig von der Anzahl der Teilnehmer bepreist, die an den jeweiligen Splitter angeschlossen sind und deren Verkehre über die Feederfaser weitergeleitet werden. Entsprechend skalieren die Vorleistungskosten je Teilnehmer mit der Anzahl der gewonnen Kunden.

Abbildung 2-6: Entgeltstruktur in einer PtMP-Topologie



Quelle: WIK

Bisher etablierte Entgeltmodelle sehen vor, dass für beide Entgeltkomponenten eine Zahlung auf Leitungsebene stattfindet. Dies ist aus einer Kostenallokationsperspektive methodisch auch nicht zu bemängeln, führt aber dazu, dass ein hohes strukturelles kommerzielles Risiko für Zugangsnachfrager besteht: Durch die Kostenskalierung auf der Strecke zwischen FVz und ODF werden Vorleistungsnachfrager mit geringerer Vertriebsstärke überproportional gegenüber vertriebsstarken Anbietern (Incumbents) benachteiligt, was eine Marktverengung strukturell befördert.

Eine Option, dieses strukturelle Problem zu lösen, könnten alternative Kostenallokationsmodelle mit einem anteiligen Pricing der Entgeltkomponente 2 sein, die auf Endnutzer heruntergebrochen werden und damit die strukturelle Problematik auflösen. Die Ausgestaltung eines derartigen Preismodells stellt allerdings eine Herausforderung für die Beteiligten dar, da eine anreizkompatible Lösung gefunden werden muss.

2.5.3 Zwischenfazit

Aus Sicht des Vorleistungsnachfragers stellt der entbündelte Zugang am ODF in Form einer Glasfaser-TAL über eine technologieneutrale PtP-Topologie mit Blick auf die Gestaltungsmöglichkeiten und die Entgeltstruktur die attraktivste Entbündelungsvariante dar. Eine Entbündelung am BNG wäre mit Blick auf die Skalierungsmöglichkeiten für Vorleistungsnachfrager und die davon zu erwartenden positiven Implikationen auf den Wettbewerb die zu präferierende Option.

Im Gegensatz hierzu ist ein entbündelter Zugang in Form einer Glasfaser-TAL bei FTTH PtMP am FVz (Variante 3) aufgrund der geringen Anzahl an erreichbaren Endkunden (im Durchschnitt ca. 100 adressierbare WEs) und der hohen zu tätigen Investitionen in eigene passive Infrastruktur für einen Vorleistungsnachfrager nicht oder wenn überhaupt, nur in Ausnahmefällen, ökonomisch abbildbar. Entsprechend dürfte ein solcher Zugang für ein mögliches Marktmodell, wenn überhaupt, nur geringe Relevanz entwickeln, z.B. für Gewerbegebiete.

Die Entbündelung bei FTTH PtMP am ODF erfordert den Aufbau separater Splitter und einer separaten Faser je Betreiber zwischen FVz und ODF. Sofern nur eine Faser je Wohneinheit verlegt wird, besteht zudem bei Anbieterwechseln eine Rangiererfordernis der Fasern zwischen den Splittern im FVz (Variante 4).

Ein eigenes Endkundenangebot auf Basis entbündelter Zugänge am ODF in einer PtMP-Topologie kommt aus strukturell ökonomischer Sicht nur dann in Betracht, wenn über die verbundenen FVz eine hinreichende Zahl an Teilnehmern erreichbar ist. In Frankreich wurde daher festgelegt, dass in weniger dicht besiedelten Gebieten mindestens 1.000 Teilnehmer je Übergabepunkt erreichbar sein müssen (siehe Kapitel 3.4).

Der Zugang ist nicht technologieneutral, der Vorleistungsnachfrager muss ebenfalls über eine GPON-Technologie ausbauen. Durch den Shared-Medium Charakter ist der Vorleistungsnachfrager in seinen Differenzierungsmöglichkeiten zusätzlich eingeschränkt. Hinzu kommt, dass die üblicherweise bei der PtMP-Entbündelung im Feederbereich angewandte nutzungsunabhängige Entgeltstruktur für Zugangsnachfrager insbesondere bei FTTH-Ausbauten mit kleinteiligen FVz-Strukturen risikobehaftet ist. Wenn die Lösung dieser strukturellen Problematik auf dem Verhandlungsweg gelingt, kann eine PtMP Entbündelung für Vorleistungsnachfrager, die selbst GPON-Technologie nutzen möchten, jedoch ebenfalls eine Alternative darstellen, die größere Gestaltungsmöglichkeiten als der Zugang über Bitstromprodukte bietet.

Mit Blick auf die Skalierung gilt für die Entbündelung bei FTTH PtMP am ODF dieselbe Logik wie bei FTTH PtP. Die ökonomische Attraktivität skaliert mit der Anzahl der über den jeweiligen Übergabepunkt erreichbaren Endkunden – entsprechend ist ein Zugang auf BNG-Ebene (bei der TDG im Bundesdurchschnitt~ 30-40 Tsd. erreichbare Kunden) attraktiver als ein Zugang auf HVT-Ebene (bei der TDG im Bundesdurchschnitt~ 3-4 Tsd. erreichbare Kunden).

Allerdings entsteht bei der Wahl der BNG als Übergabepunkt im Vergleich zur HVT-Ebene ein höherer Faserbedarf zwischen den beiden möglichen Übergabepunkten. Bei Entfernungen >15 km können zudem Qualitätsprobleme auftreten. In Bezug auf die Netzstruktur der TDG besteht daher das Risiko, dass aufgrund von entfernungsabhängigen Qualitätsverlusten die bisherige Struktur mit 897 Standorten nicht ausreichend für eine FTTH-Entbündelung sein könnte.

Im Vergleich zu Variante 4 und 5 erfordert die Farbentbündelung keine zusätzlichen Fasern im Feedersegment sowie Splitter für jeden Vorleistungsnachfrager. Der Vorleistungsnachfrager muss jedoch dieselbe PON-Variante wie der Vorleistungsanbieter ausbauen, was die Differenzierungsmöglichkeiten noch stärker als bei der PtMP Entbündelung am ODF einschränkt. Hinzu kommt, dass die Anzahl der parallel bedienbaren Vorleistungsnachfrager bei der Farbentbündelung durch die Anzahl der möglichen Farben beschränkt ist.

2.5.4 Angebote für entbündelte Zugänge und Motivationslage der ausbauenden Unternehmen

Wie eingangs geschildert, sind die Zugangsmöglichkeiten zur Glasfaser-TAL in Deutschland aktuell stark eingeschränkt:

Entbündelter Zugang bei FTTH PtP am ODF auf BNG- / HVT-Ebene) (Varianten 1. und 2.) wird aktuell nicht angeboten. Es gibt wenig Transparenz darüber, in welchem Umfang FTTH PtP auf dem deutschen Markt heute ausgebaut wird. Als Argument gegen PtP werden dabei durch die ausbauenden Unternehmen die höheren Ausbaurkosten infolge des höheren Faserbedarfs ins Feld geführt. Eine „Aufrüstung“ von PtMP auf PtP ist aber

grundsätzlich möglich, wenn hinreichend Fasern oder Leerrohrkapazitäten zwischen FVz und ODF vorhanden sind.

Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am FVz (Variante 3) wird im Förderkontext und von einzelnen alternativen Anbietern auch kommerziell angeboten. Voraussetzung ist, dass die Dimensionierung am FVz für weitere Anbieter ausreicht.

Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im 1-Faser-Modell (Variante 4) wird auf dem deutschen Markt in massenmarktauglicher Form aktuell nicht angeboten. Voraussetzung wäre, dass eine Rangierfähigkeit der Splitter gegeben ist, die Dimensionierung am FVz für den Aufbau weiterer Splitter ausreicht und zwischen FVz und ODF hinreichend Fasern oder Leerrohrkapazitäten für die kostengünstige Nachrüstung vorhanden sind.

Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF im Mehr-Faser Modell (Variante 5) wird im Förderkontext grundsätzlich angeboten, allerdings nicht in massenmarktauglicher Form. Voraussetzung ist, dass die Dimensionierung am FVz für den Aufbau weiterer Splitter ausreicht und zwischen FVz und ODF hinreichend Fasern oder Leerrohrkapazitäten für die kostengünstige Nachrüstung vorhanden sind.¹⁹

Entbündelter Zugang bei FTTH PtMP am ODF über Farbentbündelung (Variante 6) wird nach unserer Kenntnis nicht auf dem deutschen Markt angeboten. Das für eine Farbentbündelung bei FTTH PtMP erforderliche Equipment wird nach unserem Kenntnisstand nicht ausgebaut und nicht in massenmarktauglicher Form angeboten.²⁰ Eine Nachrüstung bestehender Anschlüsse wäre mit hohen Kosten verbunden. Aufgrund der vergleichsweise hohen Kosten für das aktive Equipment im Vergleich zu anderen PON-Varianten, welches dem ausbauenden Unternehmen selbst keinen Mehrwert bietet, ist auch nicht zu erwarten, dass dies zukünftig der Fall sein wird.

Es muss daher konstatiert werden, dass in Deutschland wenn überhaupt nur vereinzelt marktfähige Angebote für die Glasfaser-TAL existieren. Stattdessen gibt es unter den ausbauenden Unternehmen, die in FTTH investieren, eine breite Präferenz dazu, Wholesale-Zugang, wenn überhaupt, nur über aktive Zugänge auf Basis von Layer 2 und/oder Layer 3 anzubieten. Eine jüngst erschienene Studie von SBR führt eine Reihe von Argumenten auf, die aus Sicht der Autoren gegen passiven Vorleistungszugang und für aktive Produkte sprechen:²¹ Unter anderem werden

- die Diskriminierung von Nachfragern, die über wenig eigene Infrastruktur verfügen,

19 Eine hinreichende Dimensionierung am FVz ist zumindest im geförderten Ausbau durch die Förderauflagen gegeben.

20 *Die TDG nutzt passives WDM zur Vervielfältigung einzelner Glasfasern zwischen BNG und HVT.

21 Siehe hier und im folgenden (SBR-net Consulting, 2022)

- die starke Orientierung an der Netztopologie des Netzzerrichters und
- die schlechte Standardisierbarkeit aufgrund des höheren Bedarfs an individuellen Vereinbarungen

ins Feld geführt. Diese Argumente überzeugen jedoch bei näherer Betrachtung nicht: Führt man sich vor Augen, dass durch die Entbündelung auch Vorleistungsnachfrager selbst zu Anbietern von Vorleistungsprodukten werden können, trägt das Argument der Diskriminierung von Nachfragern, die über wenig eigene Infrastruktur verfügen, nicht. Vielmehr wäre bei attraktiven Entbündelungsangeboten zu erwarten, dass nicht nur der Endkunden-, sondern auch der Vorleistungswettbewerb profitiert und für die verschiedenen Nachfrager auf diesem Markt adäquate Produkte angeboten werden. Auch das Argument der starken Orientierung an der Netztopologie des Netzzerrichters überzeugt nicht, insbesondere wenn in PtP-Architektur ausgebaut wird, die technologieneutral beschaltet werden kann. Aber auch entbündelte PtMP-Architekturen bieten mehr Differenzierungsmöglichkeiten und einen höheren Grad an Unabhängigkeit als aktive Zugänge über Layer 2. Schließlich ist stark zu bezweifeln, ob sich die Verhandlungen über technisch komplexe anbieterindividuelle aktive Produkte tatsächlich einfacher gestalten lassen sollten, als die über den Zugang zu einer entbündelten physischen Glasfaser.

Ein Argument, das aus Sicht von ausbauenden Unternehmen und Investoren gegen das Angebot von Layer 1 spricht, ist die Verteilung der Renten, die mit dem aktiven Netzbetrieb (Layer 2) generiert werden. Die Mehrzahl der Business Cases der ausbauenden Unternehmen unterstellt, dass diese dauerhaft den ausbauenden Unternehmen zufließen (werden). In Anbetracht der in Deutschland stark ausgeprägten Preisdifferenzierung nach Bandbreiten für Retail- und aktive Vorleistungsprodukte, der Potentiale, die die Glasfaser in punkto Bandbreiten auch in Zukunft bietet und der langen Betrachtungshorizonte, bergen bandbreitenunabhängig bepreiste passive Vorleistungszugänge für die ausbauenden Unternehmen Risiken. Diesen kann jedoch über Revenue Sharing Modelle oder indefeasible rights of use (IRUs),²² die die Netzauslastung langfristig absichern und das Investitionsrisiko senken, begegnet werden.

Gleichwohl gibt es aber auch aus Sicht der ausbauenden Unternehmen Argumente, die für das Angebot einer entbündelten Glasfaser-TAL sprechen können:

Zunächst kann das Angebot marktfähiger entbündelter Glasfaser-Zugangsprodukte zum Aufbau und Stärkung des Wholesale-Geschäfts des Infrastrukturihabers beitragen und

²² Ein IRU ist ein unanfechtbares Nutzungsrecht an einem abstrakten oder konkreten entbündelten Glasfaseranschluss für eine zwischen den Vertragsparteien definierte Laufzeit (i. d. R. mind. 15-20 Jahre).

das Portfolio an aktiven Produkten in sinnvoller Weise ergänzen. Reziproke Angebote bieten Vorleistungsanbietern zudem die Möglichkeit, den eigenen Footprint zu erweitern.

Da der entbündelte Zugang, insbesondere über PtP-Topologien, dem Vorleistungsnachfrager weitreichende Differenzierungs- und Gestaltungsspielräume ermöglicht, kann das Angebot dieses Zugangs zu einer Verringerung des Risikos und zur Prävention des Aufbaus paralleler Infrastrukturen beitragen. Dies gilt insbesondere für einen Überbau durch marktbeherrschende Unternehmen, die in der Regel ein in der Fläche einheitliches Produktportfolio anbieten möchten, das über den Bezug aktiver Vorleistungen häufig nicht realisierbar ist.

Schließlich sieht der Gigabit Infrastructure Act unter Artikel 3 Abs. 3 (f) vor, dass das Angebot eines marktfähigen entbündelten Zugangs einen Verweigerungsgrund für Mitnutzung und Mitverlegung darstellt. Damit kann das Angebot entbündelter Zugangsprodukte auch das Risiko des Aufbaus paralleler Infrastrukturen durch Mitverlegung und Mitnutzung verringern.

3 Nationale Fallstudien

Im Folgenden wird dargestellt, ob und wenn ja in welcher Form in Deutschland und vier ausgewählten Fallstudienkandidaten Zugang zur entbündelten Glasfaser-TAL angeboten wird und welche Relevanz der entbündelte Zugang auf dem jeweiligen Markt hat. Es wird eine Benchmark-Betrachtung vorgenommen und untersucht, inwiefern sich Zusammenhänge zwischen den identifizierten Ergebnissen und der Relevanz des entbündelten Zugangs zur Glasfaser-TAL auf den jeweiligen Märkten identifizieren lassen.

3.1 Deutschland

Die Glasfaser-TAL ist nicht Bestandteil der Zugangsverpflichtung in der Regulierungsverfügung zum Markt 3a aus dem Jahr 2021.²³ Als marktbeherrschendes Unternehmen muss die TDG für FTTH- und FTTB-Infrastrukturen einen VULA Zugang an den 897 BNG Standorten zur Verfügung stellen. Eine Zugangsverpflichtung besteht lediglich zu unbeschalteten Glasfasern zum Zweck des Zugangs am KVz oder MSAN für den Fall, dass aus technischen oder aus Kapazitätsgründen die Gewährung des Zugangs zu Kabelkanälen nicht möglich ist. Auch über die geltende Regulierungsverfügung zu Markt 4 besteht keine Zugangsverpflichtung zu unbeschalteten Glasfasern – in der Marktanalyse von 2016 wurde der Zugang zu unbeschalteten Glasfasern nicht als Bestandteil des sachlichen Marktes festgestellt.²⁴

Verpflichtungen für die Bereitstellung eines entbündelten Zugangs bestehen dagegen im Förderkontext. Maßgeblich sind hierbei die Broadband Guidelines der EU-Kommission²⁵, das Förderkonzept des Bundes²⁶ sowie das Materialkonzept des Bundes.²⁷ Letzteres definiert Anforderungen und Regeln die von den ausbauenden Unternehmen zu beachten sind. Das Materialkonzept des Bundes sieht vor, dass

- eine passive Kollokation für möglichst mehrere hundert Teilnehmer* (Minimum 96) einzuplanen ist,
- der Zugang zum Kollokationsstandort für Vorleistungsnachfrager diskriminierungsfrei gestaltet sein und ausreichend Kollokationsflächen zur Verfügung stehen müssen und

²³ (Bundesnetzagentur, 2021)

²⁴ (Bundesnetzagentur, 2016)

²⁵ Article 107 of the Treaty on the Functioning of the European Union Part Three – Union Policies and internal actions, Title VII – Common Rules on Competition, Taxation, and Approximation of Laws, Chapter 1 – Rules on Competition, Section 2 – Aids Granted by States, verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A12016E107>; (European Commission, 2023)

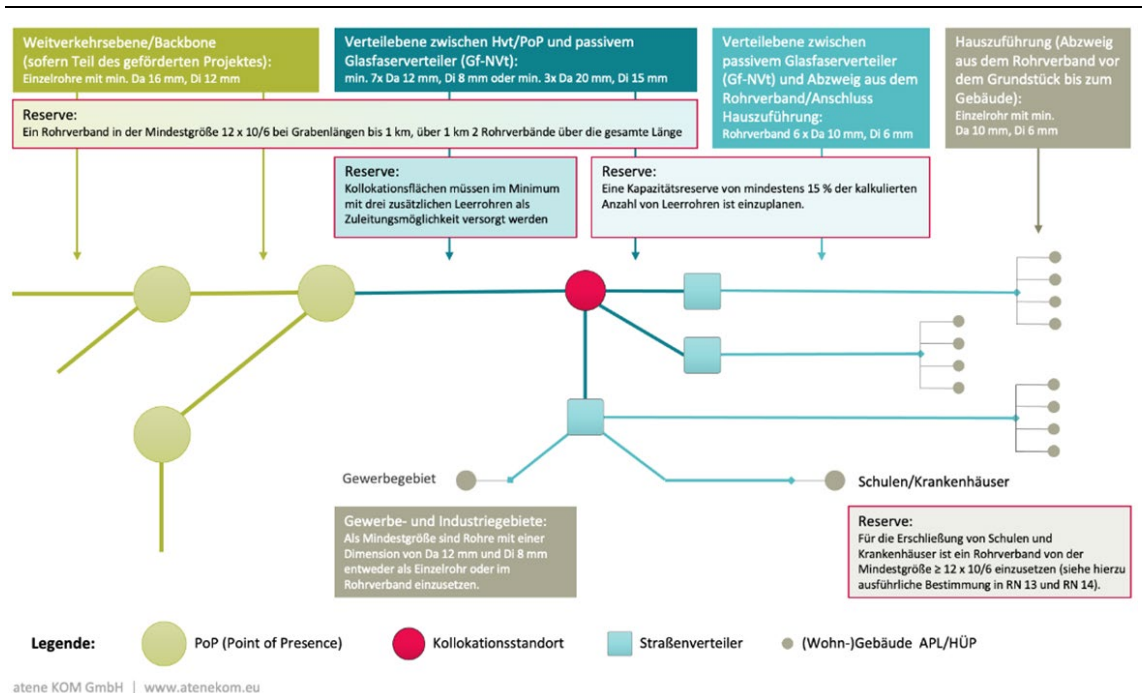
²⁶ (BMDV, 2023)

²⁷ (PricewaterhouseCoopers GmbH und atene KOM GmbH, 2022)

- vier Fasern pro Wohneinheit/Teilnehmer und zwei Fasern pro Gebäude im Minimum als Point-to-Point-Verbindung bis zum Kollokationspunkt vorzuhalten sind.

Wie Abbildung 3-1 zeigt, ist im Materialkonzept des Bundes als Kollokationspunkt der FVz vorgesehen. Insofern wird eine PtMP Architektur unterstellt.

Abbildung 3-1: Anschlussschema des Materialkonzepts des Bundes



Quelle: PricewaterhouseCoopers GmbH und atene KOM GmbH²⁸

Eine kursorische Prüfung der in der Förderdatenbank ausgewiesenen Angebote weist darauf hin, dass sich die im Förderkontext tätigen Anbieter an der in Kapitel 2.5 beschriebenen Struktur für die Bepreisung bei der Entbündelung von PtMP Netzen orientieren.

28 (PricewaterhouseCoopers GmbH und atene KOM GmbH, 2022)

Tabelle 3-1: Ausgewählte Angebote für entbündelten Glasfaserzugang in geförderten FTTH-Projekten

	Entbündelte Glasfaser (Glasfaser-TAL)*	Dark Fibre**
Deutsche Telekom	22€/Anschluss/Monat (+Bereitstellungsentgelt)	115€/Monat pro HVT-KVz/NVT-Verbindung
Deutsche Glasfaser	21,50€/Anschluss/Monat	230€/Monat pro Faserpaar pro HVT-KVz-Abschnitt
Vodafone	30€/Anschluss/Monat	1,2€/Meter/Jahr
NetCom BW	22€/Anschluss/Monat (jedoch individuell projektiert)	0,6€-0,92€/Meter/Jahr
EWE Tel	25€/Anschluss/Monat	Kurzstrecke bis 4 km = 650,- € p. a. Langstrecke 1,96 € pro Meter zzgl. Projektierungskosten, Einrichtungs- und Verwaltungsentgelt und Baukosten
Sonstige	Zwischen 7,xx€/Anschluss/Monat und 36,00€/Anschluss/Monat, Eingabefehler in der Datenbank sind nicht auszuschließen	

Quelle: WIK-Consult auf Basis von Angaben in der Förderdatenbank des Bundes.

In Anbetracht der Entgelthöhe in unserer Stichprobe überrascht es nicht, dass entsprechende Produkte nach unseren Informationen im Markt nicht nachgefragt werden.

Der Umfang freiwillig gewährten Zugangs zur entbündelten Glasfaser variiert in erster Linie nach dem Zweck der Anbindung. Da abgesehen von Glasfasertrassen entlang von Autobahnen parallele Glasfasertrassen in der Fläche eher die Ausnahme sind, besteht auch kaum Wettbewerbsdruck für eine Öffnung der Netze für kommerzielle Angebote.

Eine Reihe von spezialisierten Infrastrukturanbietern (GasLINE, NGN FiberNetwork, DB Broadband, etc.) bietet Dark Fibre Zugänge für Backbone Verbindungen an. Die Preise differieren hier zwischen parallelen Glasfaserstrecken (insbesondere entlang von Autobahnen) und abgelegenen Routen deutlich. Es ist nicht unüblich, dass alternative Anbieter, die Glasfasernetze errichtet haben, auch entbündelten Zugang für die Anbindungen von Mobilfunkmasten anbieten, wenn sich diese entlang ihrer Netze befinden. Ob und zu welchen Konditionen entbündelte Glasfaser-Zugänge zum Zwecke der Anbindung von Geschäftskunden offeriert werden, hängt neben der Netzabdeckung vor Ort auch von der jeweiligen Strategie ab.

Massenmarktfähige Angebote für entbündelte Zugänge auf Basis der Glasfaser-TAL, die allen Marktteilnehmern offenstehen, gibt es in Deutschland nicht. Die TDG hat allerdings mit einigen Stadtwerken Partnerschaften geschlossen, bei denen ihr exklusiv Netzzugang auf Basis der entbündelten Glasfaser-TAL als Vorleistungsprodukt gewährt wird.²⁹ Mit Blick auf das eigene Wholesale-Portfolio ist die TDG hingegen restriktiv im freiwilligen Angebot von Dark Fibre.

29 Dieses Modell wird beispielsweise in einer Kooperation mit den Stadtwerken Münster und Bietigheim Bissingen verfolgt, siehe <https://www.telekom.com/de/blog/konzern/artikel/stadtwerke-muenster-und-die-deutsche-telekom-arbeiten-zusammen-604626> und <https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/glasfaser-kooperation-in-bietigheim-bissingen-1009104>

3.2 Österreich

In der letzten Marktanalyse von 2022 wurde A1 nicht mehr als marktbeherrschend eingestuft und im Gegenzug für eine Verpflichtungszusage aus der Regulierung entlassen.³⁰ Das unter der Aufsicht der RTR kommerziell verhandelte FTTB/H-Vorleistungsangebot von A1 umfasst einen virtuell entbündelten Zugang (vergleichbar zum BNG VULA), aber keinen entbündelten Glasfaserzugang.

Im Markt 4 muss A1 in den Gemeinden, in denen A1 in der letzten Marktanalyse aus dem Jahr 2018 als marktbeherrschend eingestuft wurde, diskriminierungsfreien Zugang zu terminierenden Segmenten von unbeschalteter Glasfaser gewähren.³¹ Voraussetzung ist, dass zum Zeitpunkt der Nachfrage nach Abzug des nachgefragten terminierenden Segments von unbeschalteten Glasfasern für A1 zumindest eine technische Betriebsreserve von zwei Glasfasern (ein Glasfaserpaar) verbleibt. Bei der Abrechnung der terminierenden Segmente der unbeschalteten Glasfasern besteht ein Wahlrecht zwischen einem längen- und lageabhängigen Entgelt (in bebautem Gebiet: 0,167 € pro Leitungsmeter und Monat, in unbebautem Gebiet: 0,085 € pro Leitungsmeter und Monat) und einem entfernungsabhängigen Entgelt, welches nach einem „active-minus“ Ansatz bepreist wird.

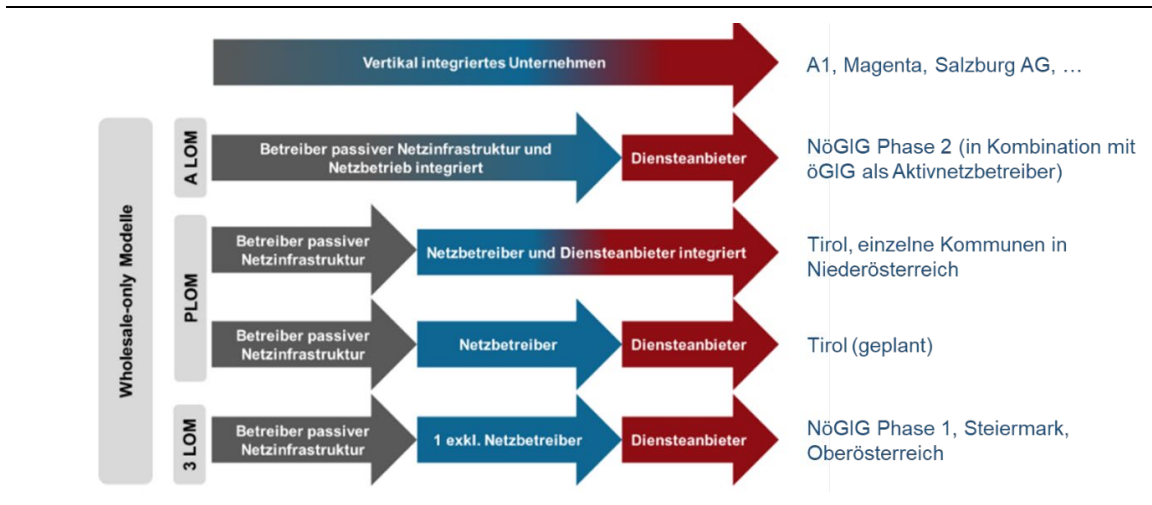
Nach Einschätzung von Marktteilnehmern spielen Dark Fibre Produkte in Österreich weder für die Anbindung von Mobilfunkmasten noch für Geschäftskunden eine zentrale Rolle. Stattdessen werden in diesem Bereich aktive Produkte mit dedizierten Bandbreiten stark nachgefragt. Gleichwohl geht von der Verpflichtung zum Angebot eines passiven Zugangs ein Verhandlungsdruck auf den Incumbent aus.

Grundsätzlich bestehen infrastrukturseitig im österreichischen Glasfasermarkt verschiedene Geschäftsmodelle. Diese umfassen vertikal integrierte Anbieter sowie das 3 Layer Open (3LOM), das Passive Layer Open (PLOM) und das Active Layer Open (ALOM) Modell (siehe Abbildung 3-2).

30 (TKK, 2022)

31 (TKK, 2018)

Abbildung 3-2: FTTH-Geschäftsmodelle im österreichischen Markt



Quelle: WIK in Anlehnung an Europäische Kommission (2015): Leitfaden für Investitionen in Hochgeschwindigkeits-Breitbandnetze, Abbildung 3, Seite 34.

Bisher wurde die Mehrheit der FTTH-Netze in Österreich in PtP Architekturen ausgebaut, insbesondere im Förderkontext. Mit Blick auf den entbündelten Zugang im Förderkontext sind zwei Modelle hervorzuheben.

Das Tiroler Modell (P LOM)

Im „Tiroler Modell“ erfolgt der Ausbau überwiegend durch Gemeinden sowie Gemeinde- und Planungsverbände, die dafür vom Land und vom Bund Fördermittel erhalten. Die ausschließlich in PtP ausgebauten passiven Netzinfrastrukturen befinden sich im Eigentum der Gemeinden. Diese bieten Layer-1-Zugang zu transparenten, einheitlichen und diskriminierungsfreien Konditionen an. Die Zugangskonditionen werden über ein Revenue Sharing Modell bestimmt, die Gemeinde erhält einen Anteil an dem Endkundenumsatz des Betreibers (25 %*). Der Mindestbetrag beträgt 5,19 € pro Monat und Endkundenanschluss.³²

Trotz der niedrigen Zugangsentgelte stellt sich die Erschließung der lokalen Übergabepunkte aufgrund der zu überbrückenden Distanzen, der anspruchsvollen Topographie und der verhältnismäßig geringen Zahl an erschließbaren Teilnehmern je Übergabepunkt schwierig dar. Vor diesem Hintergrund hat das Land diverse Maßnahmen gestartet, um die Attraktivität des entbündelten Glasfaser-Zugangs zu erhöhen. Diese zielen darauf ab, die Kosten der Zuführung auf höhere Netzebenen zu reduzieren und

32 Siehe (Neumann, et al., 2021)

damit eine wirtschaftliche Erschließung für möglichst viele Anbieter zu ermöglichen. Die Maßnahmen umfassen

- den Abschluss von Verträgen mit A1 und der Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG, Tirols größtem Energieversorger) zur Bereitstellung von Leerrohrkapazitäten für ISPs,
- den landeseigenen Aufbau von subventionierter Leerrohrzugängen sowie
- die Zusammenführung von kommunalen Backhaul-Netzen um zentrale Übergaben an Talausgängen oder in Innsbruck zu ermöglichen.³³

Darüber hinaus werden Glasfaseranschluss-Schecks an Hauseigentümer vergeben, um diese für die Investitionen zu kompensieren, die ihnen bei der Zuführung in die Gebäude, dem Hausstich und der Aufrüstung der hausinternen Verkabelung in Mehrfamilienhäusern entstehen.³⁴ Dadurch soll das Potential an erschließbaren Teilnehmern erhöht werden.

Durch die Kombination aus niedrigen Entgelten und der Senkung der Backhaul-Kosten ist es gelungen, eine intensive Nutzung zu erreichen - das Tiroler Modell wird sowohl von den landesweiten Anbietern A1, Magenta sowie einer Reihe regionaler Anbieter intensiv genutzt, i.d.R. besteht die Wahl zwischen 3 bis 5 Anbietern. Aufgrund der Attraktivität des Modells hat A1 in einigen Gemeinden bereits ihre Kupfernetze deaktiviert und ihre Kundenbasis auf die kommunalen Glasfasernetze migriert.

Das 3 LOM-Modell

Das Fördermodell der NöGig in Niederösterreich steht in seiner Ausprägung paradigmatisch für die 3 LOM-Fördermodelle die sich in Österreich herausgebildet haben. In Phase 1 wurden passive Infrastruktur, aktiver Netzbetrieb und Dienstangebot durch jeweils unabhängige Unternehmen erbracht. Je Gebiet gibt es einen Aktivnetzbetreiber, der verschiedenen SPs Netzzugang anbietet.

Auch wenn im Standardmodell kein Layer-1-Zugang für Massenmarktanbieter vorgesehen ist, ist der Zugang zu unbeschalteten Glasfasern und Leerrohren (stellvertretend) durch den Aktivnetzbetreiber zu gewähren. Im geförderten Ausbau werden die laufenden Entgelte projektspezifisch kostenorientiert kalkuliert und nach Metern pro Laufmeter LWL-Faser abgerechnet (in einer Größenordnung von ~1 € p.a. pro Meter mit einer Schwankungsbreite von bis zu 50%).³⁵ Bei eigenwirtschaftlichen

³³ Siehe (Neumann, et al., 2021)

³⁴ In Österreich ist es üblich, dass die Zuführung der Glasfaser in die Gebäude und die Aufrüstung der hausinternen Infrastruktur bei Mehrfamilienhäusern durch den Eigentümer erfolgt. Die Telekommunikationsunternehmen sind hierbei in aller Regel außen vor.

³⁵ Siehe z.B. NöGiG Standardangebot Access 2 Pilot Mostviertel (11913384/863765) für Pachtverträge über die Nutzung passiver Glasfaserinfrastruktur, elektronisch verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi878Px_vn-

Ausbauvorhaben dient der Preis des Referenzprodukts des Incumbents als Maßstab auf den ein Aufschlag von 20% erhoben wird. Weitere Entgeltkomponenten werden nach Aufwand zu marktüblichen Konditionen bepreist. Ähnliche Modelle finden im geförderten Ausbau auch in den anderen 3-LOM Modellen (Oberösterreich, Steiermark) Anwendung.

In Phase 2 wurde ein eigener NP, die öGIG, gegründet, der als alleiniger NP in den neu erschlossenen Gebieten der Phase 2 fungiert. Vorleistungsnachfragern wird in den eigenwirtschaftlich erschlossenen Gebieten kein entbündelter Zugang mehr angeboten. Außerhalb des Förderkontextes besteht nur sehr eingeschränkt Zugang zur Glasfaser-TAL.

3.3 Schweiz

In der Schweiz wurden vor 15 Jahren die Weichen für einen Paradigmenwechsel bei der Regulierung von Glasfaseranschlüssen gestellt. Im Unterschied zu Breitbandanschlüssen die über xDSL-Technologie realisiert werden, findet für Glasfaseranschlüsse weder eine marktmachtbasierte asymmetrische noch eine symmetrische ex-ante Regulierung Anwendung.³⁶ Stattdessen findet das 4 Faser Modell Anwendung, welches durch einen runden Tisch zum Glasfaserausbau (moderiert vom BAKOM) sowie eine aktive Rolle der Wettbewerbskommission (WEKO) im Rahmen der Missbrauchsaufsicht flankiert wird.

Um einer drohenden Regulierung infolge ihrer (potenziell) marktmächtigen Stellung zu entgehen, war die Swisscom einen der Hauptbefürworter des 4 Faser-Modells, welches in einem „runder Tisch zu Glasfasernetzen“ Format bei BAKOM von 2008 bis 2010 entwickelt wurde und eine einheitliche standardisierte, passive FTTH-Architektur auf PtP-Basis mit 4 Fasern je Wohneinheit sicherstellen soll.³⁷

Die ersten Netzausbauten fanden durch Swisscom und lokale Stadtwerke insbesondere in größeren Städten wie Zürich, St. Gallen und Genf in Kooperationen im Rahmen von Co-Invest-Modellen statt. Dabei wurden die Investitionen hälftig zwischen den Partnern aufgeteilt, erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgten Anpassungen, die die unterschiedlichen Marktanteile auf dem Vorleistungsmarkt in das Kalkül einbezogen.

Während Swisscom als vertikal integrierter Anbieter eigene Endkundenprodukte auf den neu errichteten Infrastrukturen vermarktet, verfolgte und verfolgt die überwiegende

[AhVwX_EDHRtDBgoQFnoECBgQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.noegig.at%2Fwp-content%2Fuploads%2F2022%2F11%2FStandardangebot_Noegig_Access_2_Mostviertel.pdf&usg=AOvVaw1zysLDcSzw73qekHTr-OLM](https://www.noegig.at/2Fwp-content/2Fuploads/2F2022/2F11/2FStandardangebot_Noegig_Access_2_Mostviertel.pdf&usg=AOvVaw1zysLDcSzw73qekHTr-OLM)

³⁶ Siehe (Neumann & Strube Martins, 2017)

³⁷ Siehe <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/telekommunikation/technologie/verlegung-der-glasfaser-in-der-schweiz.html#-918719890>. BAKOM,

Mehrheit der Stadtwerke Wholesale-only Geschäftsmodelle. Um die Vermarktung der Vorleistungsprodukte der verschiedenen Stadtwerke zu befördern, wurde mit der Swiss Fibre Net (SFN) eine gemeinsame Vermarktungsplattform für Glasfaseranschlüsse gegründet, bei der die Retailanbieter über eine einheitliche Plattform auf Basis standardisierter Prozesse ihre Einkäufe abwickeln können.³⁸

Das Schweizer Wettbewerbsmodell basiert auf der Idee, dass sich auf Basis der parallelen unabhängigen Netze, die im Kooperationsmodell verlegt werden, Wettbewerb auf der Endkunden- und der Vorleistungsebene entwickelt – letzteres insbesondere dadurch getrieben, dass die Stadtwerke ganz überwiegend als Wholesale-only Anbieter operieren. Erleichtert wird der FTTH-Ausbau durch die regulatorische Verpflichtung zum kostenorientierten Sharing von hausinterner Infrastruktur.

Auch wenn das Modell aufgrund der asymmetrischen Marktanteilsverteilung zwischen den Stadtwerken und der Swisscom dazu geführt hat, dass die Stadtwerke gemessen an den erzielten Erlösen überproportional pro Anschluss investiert haben, hat sich in den Regionen, in denen im 4-Faser Modell ausgebaut wurde ein intensiver Vorleistungswettbewerb mit äußerst attraktiven Zugangsbedingungen und -konditionen entwickelt.

Swisscom bietet sowohl Zugang auf Layer 1 (Entbündelter Glasfaser-TAL Zugang auf MPOP Ebene) als auch Layer-2 Zugang an. Die Übergabe zum Layer 1 findet an den regionalen Übergabepunkten der Swisscom statt von denen es in der Schweiz insgesamt 1.000 gibt. Da von den 1.000 Übergabepunkten nur ca. 200-300 in Gebieten liegen, in denen FTTH ausgebaut wird, ergibt sich eine durchschnittliche Anzahl von ca. 5.000 erreichbaren Anschlüssen je Übergabepunkt. Da sich der Ausbau jedoch auf dicht besiedelte Gebiete konzentriert hat an denen in der Regel mehr Teilnehmer aus einem Übergabepunkt versorgt werden, sollte die faktische Zahl der erreichbaren Gebäude je Übergabepunkt in der Praxis sogar noch höher liegen. Der Preis für das Layer-1-Produkt der Swisscom beträgt 24 CHF pro Monat, dieser ist in den letzten Jahren von 29 CHF (2018) kontinuierlich gefallen.³⁹

Die Vorleistungsentgelte für symmetrische Bitstromzugänge im Gigabitbereich liegen bei Swisscom um rund ein Drittel über denen für entbündelte Zugänge. Für einen symmetrischen Gigabitanschluss werden 32 CHF pro Monat in Rechnung gestellt, für einen symmetrischen Anschluss mit 10 Gigabit 33 CHF. Gleichwohl entfallen rund 60% der Wholesale-Zugänge bei Swisscom auf das Layer-1-Produkt.⁴⁰

38 Siehe (Neumann, et al., 2021)

39 (SBR-net Consulting, 2022)

40 (SBR-net Consulting, 2022)

SFN bietet schweizweit ein anbieterübergreifendes einheitliches FTTH-Anschluss-Produkt auf Layer 1. Darüber können 650.000 Anschlüsse erreicht werden. Die Abwicklung der Bestellung der Glasfaseranschlüsse findet über die zentrale Bestell- und Lieferplattform ALEX statt. Die Übergabe erfolgt an rund 100 Übergabepunkten („Anschlusszentralen“), so dass sich im Durchschnitt eine Zahl von 6.500 Anschlüssen je Übergabepunkt ergibt. Auch Bitstrom-Produkte werden angeboten.⁴¹ Die Preise der Stadtwerke sind nicht transparent, nach Marktangaben aber attraktiver als bei Swisscom. Sowohl bei Swisscom als auch bei SFN finden für L1-Produkte sowohl einzelabrechnungsbasierte als auch IRU-Modelle mit reinen Upfront-Zahlungen Anwendung.

Spätestens Anfang 2020 hat Swisscom angefangen, in ihrem alleinigen Ausbau auf ein 1-Faser-Modell und PtMP bzw. Baumstrukturen zu setzen und hat als aktive Technik XGS-PON eingesetzt. In diesen Gebieten wurde Vorleistungsnachfragern kein Zugang auf Layer 1, sondern nur auf Layer 2 und 3 angeboten.

Die WEKO hat Swisscom am 14. Dezember 2020 verpflichtet, anderen Fernmeldediensteanbieterinnen unabhängig von der von Swisscom gewählten Netzwerkarchitektur weiterhin den Zugang zur physischen Netzwerkinfrastruktur zu gewähren. Hierbei kann Swisscom grundsätzlich zwischen sämtlichen zur Verfügung stehenden Ausbauvarianten (AON oder PON) wählen, solange sie einen Layer 1-Zugang für Dritte in ihren Anschlusszentralen gewährt. Die Begründung macht deutlich, für wie bedeutsam die Wettbewerbskommission den entbündelten Glasfaserzugang für das Marktmodell auf dem Breitbandmarkt heute und in Zukunft einschätzt:

„Durch die Verhaltensweise von Swisscom würden Wettbewerber in ihrer Angebotsgestaltung behindert. Zudem kann die freie Wahl des Anbieters sowie die Angebotsvielfalt eingeschränkt werden. Da die Lebensdauer einer Glasfaserleitung zwischen 40 und 50 Jahre beträgt, würde Swisscom den Wettbewerb auf Jahre hin behindern.“⁴²

Auch wenn eine inhaltliche Entscheidung über die Klage der Swisscom aussteht, hat die Swisscom in der Zwischenzeit eingelenkt, baut wieder auf Basis des 4-Faser Modells PtP aus und rüstet die mit PtMP ausgebauten Netze auf PtP auf, damit sie auch auf diesen Netzen vermarkten kann. Marktbeobachter gehen davon aus, dass auch in Zukunft PtP die dominierende Netzarchitektur in der Schweiz bleiben wird.

41 (SBR-net Consulting, 2022)

42 WEKO (2020) Presserohstoff: WEKO sichert Wettbewerb auf Glasfasernetz

3.4 Frankreich

In Frankreich hat man sich frühzeitig dazu entschieden, den passiven Zugang zur Glasfaser-TAL symmetrisch zu regulieren. Die damit verbundene Zielvorstellung war die Etablierung eines Marktmodells, welches langfristige und nachhaltige wettbewerbliche Strukturen sicherstellt, Produktinnovationen befördert und damit Auswahlmöglichkeiten für private und gewerbliche Verbraucher schafft.

Entsprechend wurde Orange in der Marktanalyse von 2020 als nationalem SMP-Unternehmen auf dem Markt 3a zwar eine Verpflichtung zum Angebot eines entbündelter Zugang zur Kupfer-TAL auferlegt, nicht aber zur Glasfaser-TAL.⁴³ Auch der Entwurf der Marktanalyse 2022/2023 geht weiterhin von einer marktbeherrschenden Stellung von Orange aus und sieht die Beibehaltung der Zugangsverpflichtung zur Kupfer-TAL vor.⁴⁴ Darüber hinaus unterliegt Orange einer kostenorientierten Regulierung zur Bereitstellung von Zugang zu Leerrohren und Masten im Zugangsmarkt für physische Infrastruktur.⁴⁵

Die Eckpfeiler der symmetrischen Regulierung von Glasfasernetzen in Frankreich sehen die Bereitstellung eines passiven technologieneutralen Zugangs am Konzentrationspunkt (Point de Mutilisation – PM), die Veröffentlichung eines Zugangsangebots inklusive Co-Investitions-Möglichkeiten und Mietoptionen der Leitungen sowie Zugangspreise vor, die auf dem Prinzip der Nicht-Diskriminierung, Objektivität, Relevanz und Effizienz basieren. Die Anzahl der Teilnehmer, die von einem PM erreichbar sein müssen, hängt dabei davon ab, welchem Gebiet der jeweilige Standort zugeordnet ist, was wiederum von der Besiedlungsdichte im Zielgebiet abhängt.

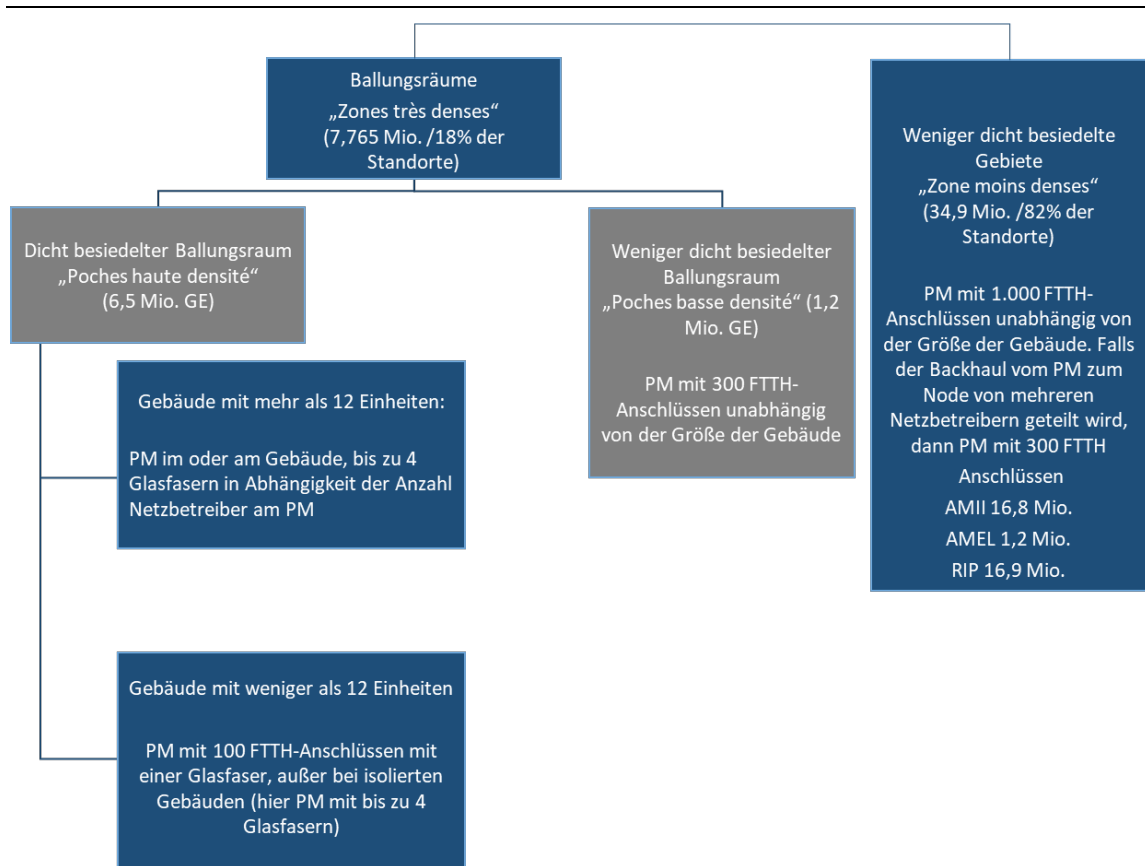
Grundsätzlich wird zwischen Ballungsräumen und weniger dicht besiedelten Gebieten unterschieden, wobei es innerhalb der Ballungsräume eine weitere Differenzierung zwischen dicht besiedelten und weniger dicht besiedelten Ballungsräumen gibt. Seitens des ausbauenden Unternehmens muss beim Ausbau die vorgegebenen Skalierungen beachtet und Zugang gewährt werden.

43 (Arcep, 2020)

44 (Arcep, 2023)

45 (Arcep, 2020)

Abbildung 3-3: Ausbaugebiete in Frankreich (Anzahl Gebäudeeinheiten Stand Q4 2022)



Quelle: WIK basierend auf <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-fixes/la-fibre.html>.

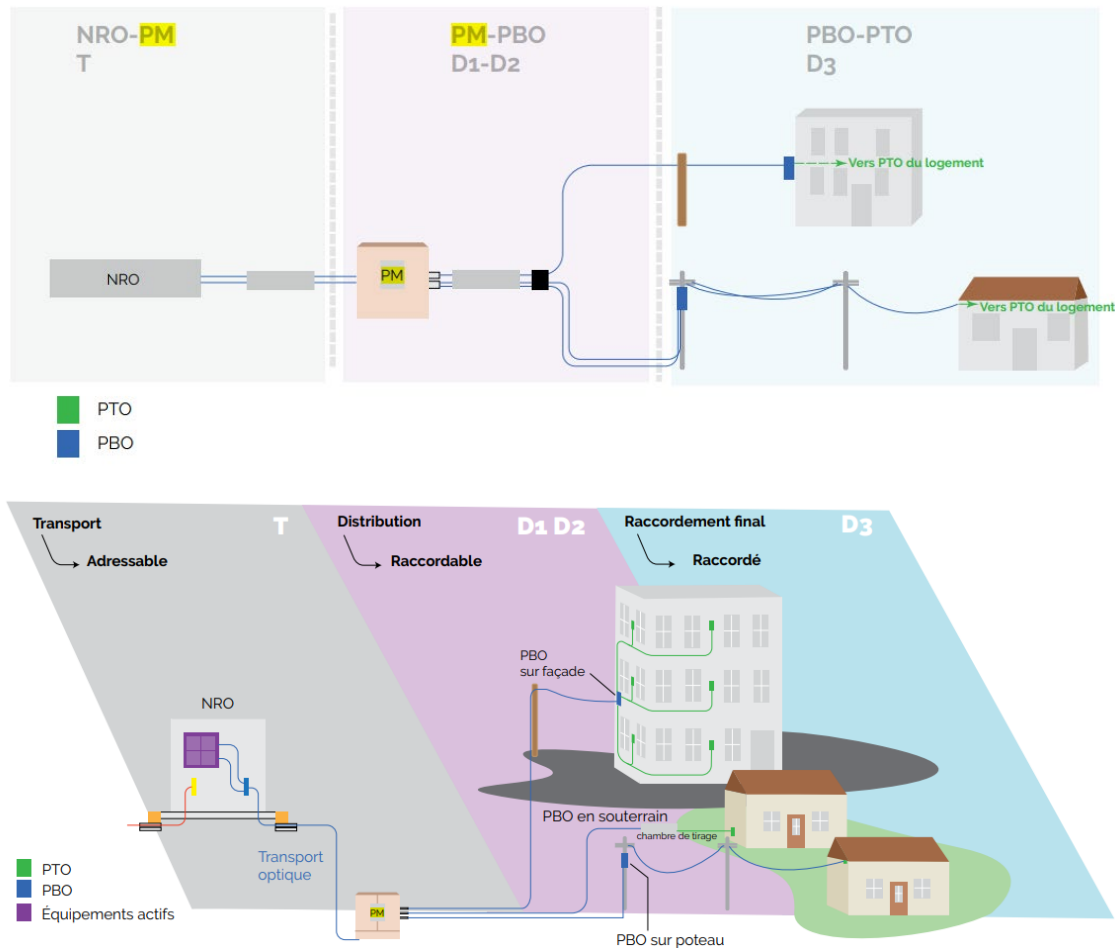
Wie Abbildung 3-3 zeigt, schwankt die Anzahl der Anschlüsse am PM in Abhängigkeit von der Besiedlungsdichte zwischen 13 und 100 in dicht besiedelten Ballungsräumen, 300 FTTH-Anschlüssen in weniger dicht besiedelten Ballungsräumen und mindestens 1.000 in weniger dicht besiedelten Gebieten (34,9 Mio. WEs), die 82% der Wohneinheiten in Frankreich und damit die überwältigende Mehrheit ausmachen. Befinden sich in solchen Gebieten weniger als 1000 Anschlüsse am PM, muss das ausbauende Unternehmen im Rahmen der symmetrischen Regulierung ein Angebot für entbündelte Glasfaserstrecken für den Weg zwischen PM und NRO (Noeud de Raccordement optique) bereitstellen.

In Frankreich wird sowohl in PtP als auch in PtMP Architektur ausgebaut. Entbündelung findet (technologieneutral) am PM statt, bis zu dem generell PtP ausgebaut wird. Bei PtMP werden Splitter und PON Technologie am PM eingebaut.

Der Zugangsanspruch des Zugangsnachfragers umfasst den Zugang am PM und die unbeschaltete Glasfaser zwischen dem PM und dem Point de Branchement Optique (PBO), der sich entweder bereits im Gebäude oder in unmittelbarer Nähe befindet. Je

PBO besteht Zugang zu 3-8 PTOs (Abschlusspunkte), die durch den Wholesale-Nachfrager selbst verlegt werden müssen (Raccordement final).

Abbildung 3-4 Entbündelter Zugang in Frankreich



Quelle: Arcep (2020): Objectif fibre, Guide Pratique au réseau en fibre optique FttH dans le parc immobilier existant, <https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1677573101/reprise/dossiers/fibre/guide-2020-objectif-fibre-raccordement-client-ftth-dans-lexistant.pdf>.

Durch die symmetrische Regulierung und die Co-Invest-Regeln besteht bei der überwiegenden Mehrzahl der Gebäude die Möglichkeit, zwischen mehreren Anbietern zu wählen. Auch wenn es Bitstromangebote im Markt gibt, werden beinahe ausschließlich passive Zugänge nachgefragt.⁴⁶

46 Arcep (2023): Open data, Observatoire des communications électroniques sowie le marché du haut et très haut débit fixe (déploiements), verfügbar unter: <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/observatoire-des-communications-electroniques/> und <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/le-marche-du-haut-et-tres-haut-debit-fixe-deploiements/>

Tabelle 3-2: Anzahl der Netzbetreiber je PM

	Anzahl Netzbetreiber am PM (Stand Q4 2022)		
	2	3	4
	Durch Netzbetreiber erreichbare Anschlüsse in % der erschließbaren Anschlüsse		
Total	97 %	91 %	75 %
Ballungsgebieten	98 %	94 %	64 %*
Weniger dichte Gebiete mit eigenwirtschaftlichem Ausbau	100 %	98 %	89 %
Geförderter Ausbau	83 %	52 %	25 %*

Quelle: WIK basierend auf Arcep (2023): Open data, Observatoire des communications électroniques sowie le marché du haut et très haut débit fixe (déploiements), verfügbar unter : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/observatoire-des-communications-electroniques/> und <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/le-marche-du-haut-et-tres-haut-debit-fixe-deploiements/>.

Die Zugangspreise müssen auf den Prinzipien der Nicht-Diskriminierung, Objektivität, Relevanz und Effizienz basieren. Wesentliche Differenzierungskriterien für ihre Höhe sind der Zeitpunkt des Einstiegs in die Kofinanzierung (um die unterschiedlichen Risiken zu berücksichtigen) und darüber hinaus der Gebietstyp, in dem der Glasfaserausbau stattfindet.

Die Kofinanzierung setzt sich aus einem einmaligen Festpreis zur Finanzierung des PM, einem einmaligen Festpreis zur Finanzierung der Verkabelung zwischen dem PM und PBO sowie einem Monatspreis pro FTTH-Anschluss, der im betroffenen Kofinanzierungsgebiet liegt, zusammen. Im französischen Markt beobachten wir aktuell monatliche Entgelte in einer Größenordnung von 5-6 Euro.⁴⁷ Die Höhe der Upfront-Zahlungen je Anschluss beläuft sich laut Modellberechnungen von ARCEP im Durchschnitt auf 500 €.⁴⁸

3.5 Italien

In Italien unterliegt Telecom Italia (TI) in den nicht-wettbewerblichen Gebieten umfangreichen Regulierungsverpflichtungen, die nicht nur Bitstromzugänge, sondern

47 Siehe z.B. Standardangebote von SFR und Orange, <https://wholesalefrance.orange.fr/fr/nos-solutions/fixe/grand-public/ftth-access/> und <https://alticefrance.com/publications-all>.

48 Siehe (Arcep, 2015)

auch kostenorientierte Entgelte für den Zugang zur Glasfaser-TAL umfassen. Darüber hinaus sind auch der Zugang zu Dark Fibre im Backhaul und die Zugänge zur hausinternen Infrastruktur reguliert.

Die geographische Differenzierung der Remedies sieht vor, dass anhand von festgelegten Kriterien überprüft wird, ob die Liste der Gemeinden, in denen mehr Wettbewerb zu beobachten ist, zu ergänzen ist.⁴⁹ Damit ist es möglich, auf Anpassungen bei den Wettbewerbsbedingungen auf regionaler Ebene zu reagieren, ohne das direkt ein neues Marktanalyseverfahren gestartet werden muss.

Die Preise für die wichtigsten Vorleistungsprodukte sind in Tabelle 3-3 dargestellt.

Tabelle 3-3: Vorleistungskonditionen in Italien

Service (euro/month/line)	2019	2020	2021
LLU	€ 8,61	€ 8,76	€ 8,90
SLU	€ 5,3	€ 5,3	€ 5,3
Copper terminating segment	€ 0,47	€ 0,47	€ 0,47
Fiber terminating segment	€ 2,80	€ 2,80	€ 2,80
VULA FTTC	€ 13,59	€ 12,98	€ 12,50
VULA FTTH (res)	€ 15,66	€ 15,46	€ 15,20
VULA FTTH (business)	€ 48,01	€ 47,40	€ 46,61
Ducts (first 2 mini-pipes) (IRU 15 years for meter)	€ 7,11	€ 7,11	€ 7,11

Quelle: Siehe Standardangebote TIM verfügbar unter: https://wdc.wholesale.telecomitalia.it/wp-content/uploads/2022/04/VULA_2021_OR_14apr2022-1.pdf, <https://wdc.wholesale.telecomitalia.it/> sowie European Commission (2019): Commission Decision concerning case IT/2019/2181-2182: Wholesale local access provided at a fixed location and wholesale central access provided at a fixed location for mass-market products in Italy Comments pursuant to Article 7(3) of Directive 2002/21/EC.

In Italien ist eine Reihe von Akteuren im FTTH-Ausbau aktiv, sowohl eigenwirtschaftlich als auch im Förderkontext. Der Fokus lag zunächst auf dem eigenwirtschaftlichen Ausbau in den norditalienischen Metropolen sowie dem geförderten Ausbau in weißen Flecken. Während im eigenwirtschaftlichen Ausbau in Norditalien insbesondere das Unternehmen Flashfiber, ein Joint Venture von TIM und dem alternativen ISP Fastweb in Erscheinung getreten ist, waren TIM (als Alleinanbieter) und der Wholesale-only Anbieter Open Fiber erfolgreich in den umfangreichen Förderausschreibungen.

⁴⁹ (AGCOM, 2019)

Open Fiber und TIM verfügen in Italien über die höchste FTTH-Abdeckung. Diese beläuft sich bei Open Fiber auf über 13 Mio. FTTH homes passed,⁵⁰ TIM hat rund 7,8 Mio. Haushalte mit FTTH erschlossen.⁵¹

TIM und Open Fiber befinden sich in einem intensiven Wholesale-Wettbewerb, TIM nutzt keine Wholesale-Produkte von Open Fiber. Als Konsequenz ist der Retail Markt äußerst wettbewerbsintensiv, was sich in relativ ausgeglichenen Marktanteilen und einem sehr niedrigen Preisniveau niederschlägt.

In Italien findet seit längerem eine Diskussion über den Verkauf der Festnetzinfrastruktur von TIM und einer möglichen Verschmelzung mit Open Fiber, dem größten alternativen Anbieter von FTTH statt. Wechselnde Regierungen in Italien haben einen Zusammenschluss von TIM und Open Fiber für unterschiedlich sinnvoll erachtet. Die aktuelle Regierung unter der Premierministerin Georgia Meloni hat jedoch Sympathien für eine Verstaatlichung des Festnetzes der Telecom Italia und eine Fusion der beiden Unternehmen angedeutet. Grundsätzlich besteht seit Mai 2022 auch eine vorläufige Vereinbarung zur Zusammenlegung der Netze, die von TIM, Open Fiber und der Investorenseite unterzeichnet wurde.⁵²

Über die staatliche Investitionsbank CDP hält der italienische Staat mittlerweile 60% der Anteile an der Open Fiber (40% werden vom Investor Macquarie Asset Management gehalten), die sich ursprünglich jeweils zur Hälfte in der Eigentümerschaft der CDP und des Energieversorgers Enel befand. Zugleich hält der italienische Staat eine „Golden Power“ an TIM und ist zusätzlich über die CDP mit 10% an TIM beteiligt. Aktuell wird eine Verschmelzung durch die unterschiedlichen Sichtweisen auf die faire Bewertung der TIM Festnetzinfrastruktur durch die TIM-Aktionäre (insbesondere dem Großaktionär Vivendi mit einem Anteil von ~ 24% der Anteile) und dem Bieterkonsortium aus CDP und Macquarie Asset Management erschwert.⁵³

Aus ökonomischer Sicht wäre zu erwarten, dass eine Zusammenführung der beiden im Wettbewerb miteinander stehenden Anbieter mit zum Teil überlappenden Infrastrukturen zu einer Erhöhung der Vorleistungspreise und einem Rückgang der Wettbewerbsdynamik (zugunsten höherer Renditen der Investoren) führen dürfte.

Sowohl Open Fiber als auch TIM bieten FTTH-Zugänge als Bitstrom und in entbündelter Form an. Auch auf regionaler Ebene bestehen Angebote für entbündelten Glasfaserzugang (im Anschluss- und Zugangsnetz – Bsp. Infranet in Südtirol). Zahlen zur Verteilung zwischen entbündelten und Bitstrom Leitungen im Vorleistungsgeschäft liegen

50 <https://openfiber.it/en/open-fiber-world/press-releases/financial-statements-open-fiber-2022/>

51 <https://www.gruppotim.it/content/dam/gt/investitori/webcast/2023/TIM-Q1-2023-Results.pdf>

52 <https://openfiber.it/en/open-fiber-world/press-releases/open-fiber-tim-memorandum-of-understanding/>

53 <https://www.reuters.com/business/media-telecom/italys-tim-tells-network-bidders-raise-offers-sets-new-deadline-2023-03-15/>

nicht vor, der Anteil der über Bitstrom zur Verfügung gestellten Leitungen dürfte aber dominieren, da TIM und Open Fiber das Bitstrom-Modell vertrieblich stärker fördern.

Um Erleichterungen bei den regulatorisch auferlegten Zugangsverpflichtungen zu erzielen hat TIM 2021 einen Vorschlag für ein Co-Invest-Modell zum Zugang zur Glasfaser-TAL vorgelegt. Dabei handelt es sich um ein PtMP Entbündelungsmodell.

Grundsätzlich sind für (potenzielle) Nachfrager zwei Möglichkeiten zur Partizipation im Modell vorgesehen. Vorleistungsnachfrager können ein Commitment mit einer Laufzeit von 10 Jahren über 10% der Leitungen eingehen, welches zu einer Reduktion des Leitungspreises von 10,40 € auf 8,50 € führt. Zugleich gibt es ein IRU-Modell mit einer Laufzeit von 20 Jahren für die Bereitstellung von Splitter an allen Kollokationspunkten innerhalb einer Kommune.⁵⁴

Bei näherer Betrachtung handelt es sich beim sog. Co-Invest-Modell um kein Co-Invest-Modell nach französischem oder Schweizer Vorbild mit langfristigen und weitreichenden Nutzungsrechten an der Infrastruktur, sondern um ein Modell, welches im Gegenzug für Mengenzusagen über einen langen Zeitraum Rabatte einräumt, ähnlich wie im Commitment Vertrag der TDG. Das sog. IRU Splitter-Modell ist an gängige IRU-Modelle in den beiden o.g. Ländern angelehnt, impliziert für Vorleistungsnachfrager jedoch die in Kapitel 2 beschriebenen ökonomischen Problematik der Kostenumlegung auf den einzelnen Teilnehmer bei der Entbündelung von PtMP-Netzinfrastrukturen.

Das Angebot erstreckt sich über 2.578 Kommunen und 13,6 Mio. HH und enthält neben neu zu erschließenden Kommunen auch Bestandsinfrastruktur von TI und Flash Fibre (JV zwischen TIM und Fastweb). Der Ausbau soll zwischen dem 31.12.2025 und 30.4.2026 abgeschlossen werden, was in Anbetracht der heutigen Abdeckung der TIM als äußerst ambitioniert erscheint. Co-Investment Partner können wählen, in wie vielen Kommunen sie in ein Co-Invest einsteigen, wobei die höchsten Rabatte erzielt werden können, wenn das Commitment alle zu erschließenden Kommunen umfasst.

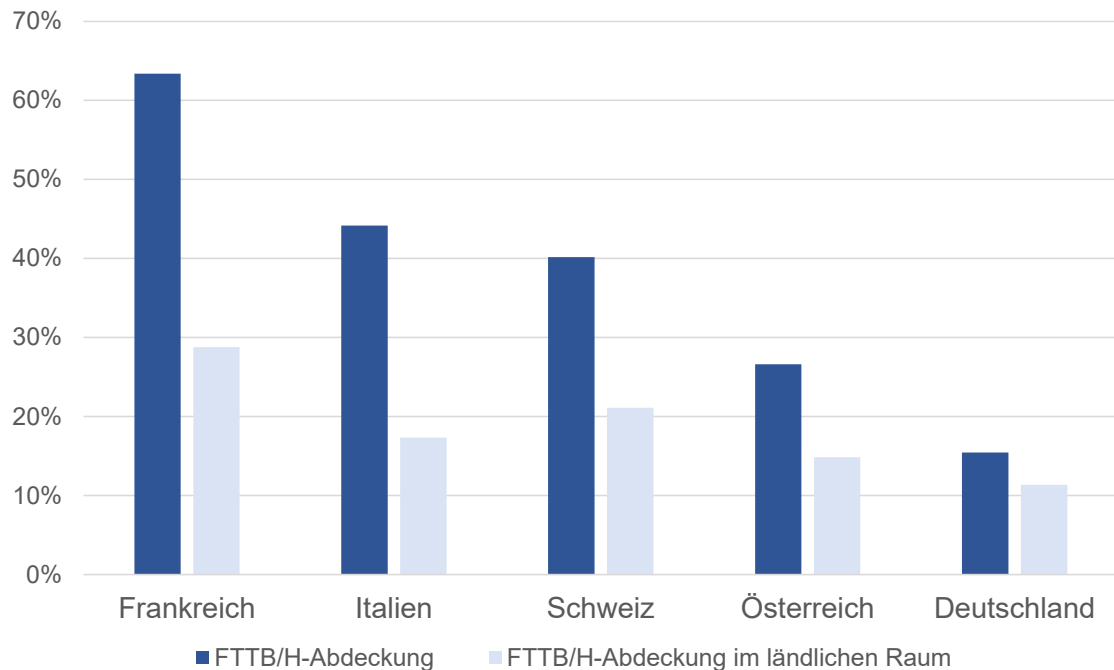
3.6 Benchmark wichtiger Indikatoren

Nachdem wir in den vorangegangenen Kapiteln die Relevanz des entbündelten Zugangs in den fünf betrachteten Ländern herausgearbeitet haben, soll im Folgenden untersucht werden, wie sich diese in wichtigen Indikatoren niederschlagen.

Bei der Betrachtung zeigen sich starke Unterschiede sowohl beim Reifegrad der Versorgung mit Glasfaser-Infrastruktur, als auch bei den Preisen und bei den Take-up-Raten für die Dienste, die über diese Infrastrukturen angeboten werden.

54 <https://www.fibercop.it/servizi-offerti/servizi-di-accesso-ad-alta-capacita/semi-gpon/>

Abbildung 3-5: FTTB/H-Abdeckung in den Vergleichsländern in % der Haushalte, Mitte 2021



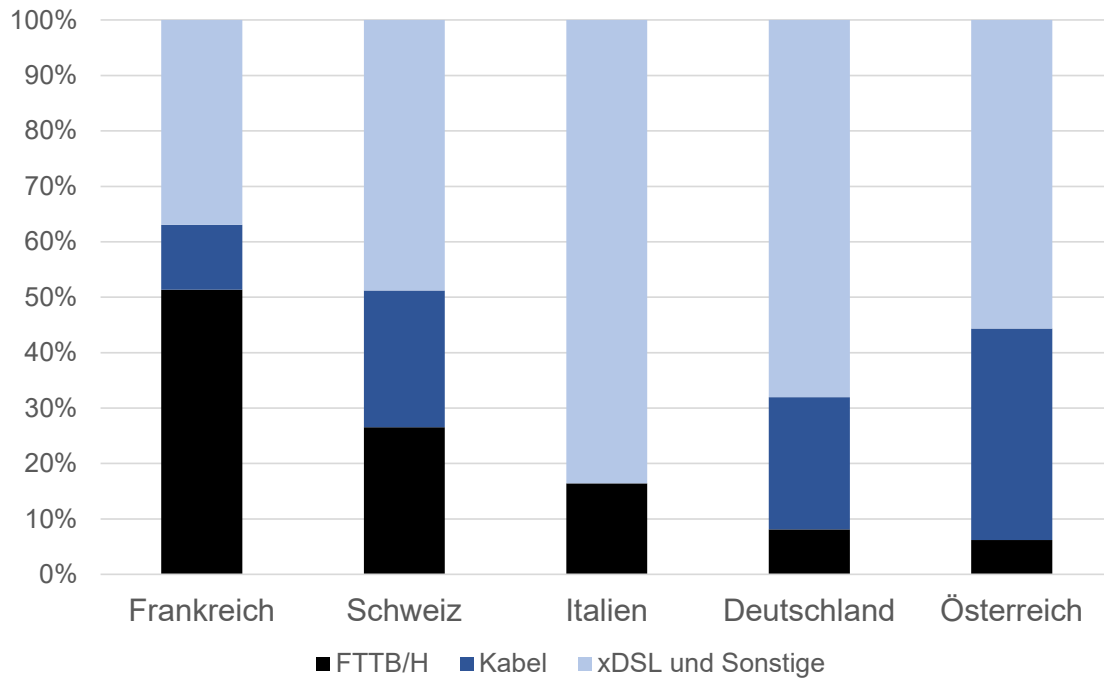
Quelle: Broadband Coverage in Europe 2021⁵⁵

Bei der Haushaltsabdeckung mit FTTB/H-Netzen zeigt Abbildung 3-1, dass insbesondere Frankreich einen deutlich höheren Abdeckungsgrad als die übrigen Benchmark-Kandidaten aufweist. Hierbei ist außerdem zu beachten, dass der Glasfaserausbau sich dort keineswegs verlangsamt, die Abdeckung ist in der Zwischenzeit seit Erhebung der EU-weiten Daten Mitte 2021 um weitere 10 % der Haushalte gestiegen, deutlich stärker als z.B. in Deutschland. Auch Italien und die Schweiz weisen eine merklich höhere FTTB/H-Abdeckung als Deutschland auf.

Im ländlichen Raum ist der Ausbaugrad in allen Ländern deutlich geringer als im städtischen Bereich, der Unterschied zwischen der ländlichen und der Gesamtbetrachtung ist in Deutschland jedoch relativ gering. Dies ist einerseits auf die umfangreiche staatliche Förderung und zum anderen auf die Fokussierung einiger ausbauenden Unternehmen auf die eigenwirtschaftliche Erschließung schlecht versorgter Regionen zurückzuführen. Der entsprechende Ausbaufokus ist auch bedingt durch den relativ hohen Abdeckungsgrad mit Kabelnetzen im städtischen und halbstädtischen Raum in Deutschland.

⁵⁵ (IHS Markit, OMDIA, Point Topic, 2022)

Abbildung 3-6: Technologiemarktanteile in den Vergleichsländern in % der Haushalte mit Festnetz-Breitbandanschluss, Mitte 2022

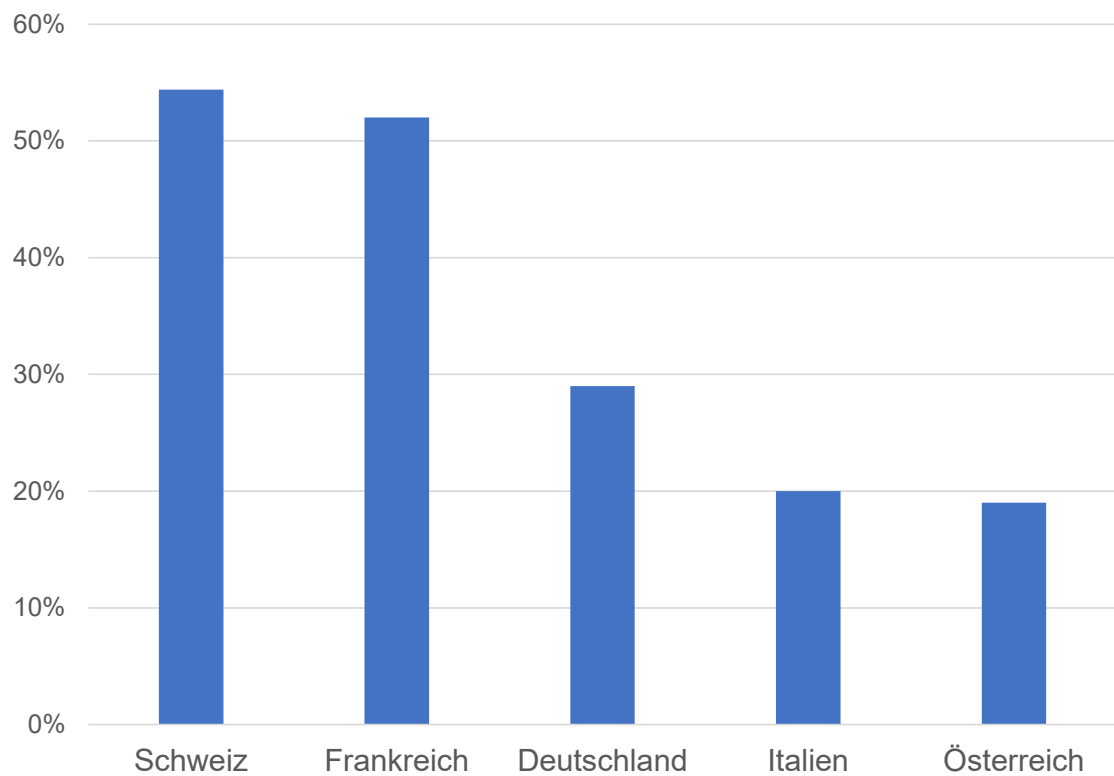


Quelle: OECD broadband statistics⁵⁶ Die in Österreich weit verbreiteten Festnetzersatzprodukte über das Mobilfunknetz („Cubes“) sind in dieser Festnetz-Statistik der OECD nicht enthalten.

Die Marktanteile von FTTB/H-Produkten auf dem Festnetz-Breitbandmarkt, dargestellt in Abbildung 3-2, korrelieren stark mit der Verfügbarkeit entsprechender Anschlüsse für die Endkunden. xDSL spielt in allen Vergleichsländern noch eine relevante Rolle, nur in Frankreich ist es nicht mehr die führende Anschlusstechnologie. Angebote über das Kabelnetz haben unter den betrachteten Ländern die höchste Relevanz in Österreich. Auch in Deutschland und der Schweiz spielt das Kabel eine wichtige Rolle als Breitbandzugang, in Italien gibt es keine Kabelnetze.

56 (OECD, 2022)

Abbildung 3-7: FTTB/H-Take-up in den Vergleichsländern, 2021/22



Quelle: Bundesnetzagentur⁵⁷, ARCEP⁵⁸, RTR⁵⁹ sowie WIK-Berechnung basierend auf BAKOM⁶⁰ und Broadband Coverage in Europe⁶¹. Datenstand: CH, DE, IT: Q4 2021, AT: Q2 2022, FR: Q3 2022.

Die Take-up-Raten der FTTB/H-Anschlüsse, also der Anteil der Haushalte, die einen Anschluss beziehen, an denjenigen, die ihn beziehen können, unterscheiden sich zwischen den Vergleichsländern stark, Deutschland liegt hier im Mittelfeld. Frankreich hat einen außerordentlich hohen FTTB/H-Take-up, mutmaßlich bedingt durch wenig leistungsfähige alternative Infrastrukturen und intensiven Wettbewerb zwischen FTTB/H-Anbietern im Co-Invest. Auch die Schweiz weist trotz einer leistungsfähigen Kabelnetzinfrastruktur mit hoher Flächendeckung einen hohen FTTB/H-Take-up aus. Dies ist mutmaßlich ebenfalls auf den intensiven Wettbewerb mit leistungsstarken Breitbandprodukten zurückzuführen.

⁵⁷ (Bundesnetzagentur, 2022)

⁵⁸ (Arcep, 2022)

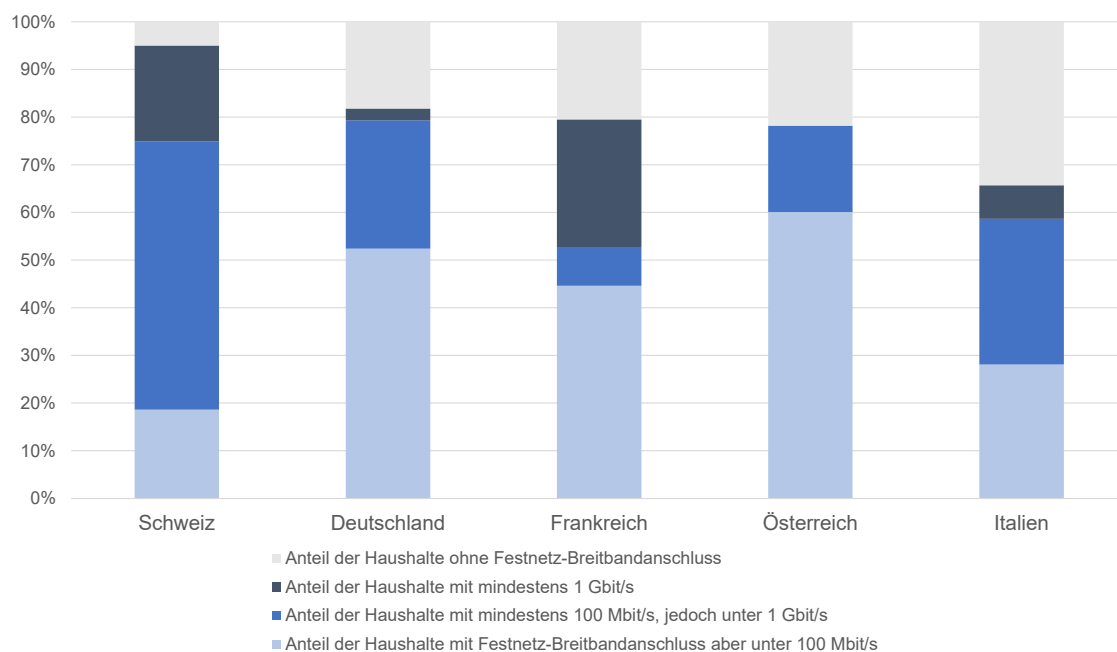
⁵⁹ (RTR, 2022)

⁶⁰ (BAKOM, 2022a) sowie (BAKOM, 2022b)

⁶¹ (IHS Markit, OMDIA, Point Topic, 2022)

Österreich hat aufgrund der hohen Marktrelevanz mobilfunkbasierter Produkte besonders geringe Take-up-Raten; außerdem sind viele Haushalte erst jüngst mit FTTB/H erschlossen worden. Ähnliches gilt für Italien.

Abbildung 3-8: Geschwindigkeitsmarktanteile in den Vergleichsländern, 2021



Quelle: Eurostat via DESI⁶², für CH: BAKOM⁶³ (vorläufige Daten)

In Frankreich und der Schweiz haben Produkte mit Bandbreiten von 1 Gbit/s und mehr bereits hohe Marktrelevanz. In Österreich und Deutschland spielen sie hingegen faktisch noch keine Rolle, hier wird nach wie vor die große Mehrheit der Haushalte mit Festnetz-Breitbandanschlüssen mit Bandbreiten < 100 Mbit/s versorgt.

In Frankreich spielen hingegen Anschlüsse mit Bandbreiten zwischen 100 Mbit/s und 1 Gbit/s im Download nur eine untergeordnete Rolle. Dies ist insbesondere mit der Vermarktung von FTTB/H-Produkten zu erklären, da die relevanten Anbieter in diesem Bereich keine oder nur Einstiegsprodukte mit unter 1 Gbit/s Downloadgeschwindigkeit vermarkten (siehe Abbildung 3-8). Die Kunden nutzen dann häufiger Produkte mit höheren Bandbreiten, die nur relativ geringe Aufpreise kosten und gleichzeitig durch die Anbieter mit hochwertigeren TV-Paketen und Hardware (Router, Receiver) gebündelt werden.

⁶² (Europäische Kommission, 2022)

⁶³ (BAKOM, 2022b)

Preisbenchmark

Analog zu früheren Untersuchungen durch das WIK⁶⁴ wurden für den Preisbenchmark Primärdaten von den Webseiten von mindestens vier Anbietern pro Vergleichsland Stand Ende März 2023 erhoben.⁶⁵ Hierbei wurden nur Tarife auf FTTB/H-Netzen mit mindestens 100 Mbit/s Downloadbandbreite berücksichtigt. Dabei wurde das pro Bandbreite günstigste Produkt pro Anbieter berücksichtigt, dies waren zumeist Single Play (Internet) oder Double Play (Internet + Festnetz) Produkte, in einzelnen Fällen jedoch auch Triple Play (Internet + Festnetz + TV)⁶⁶.

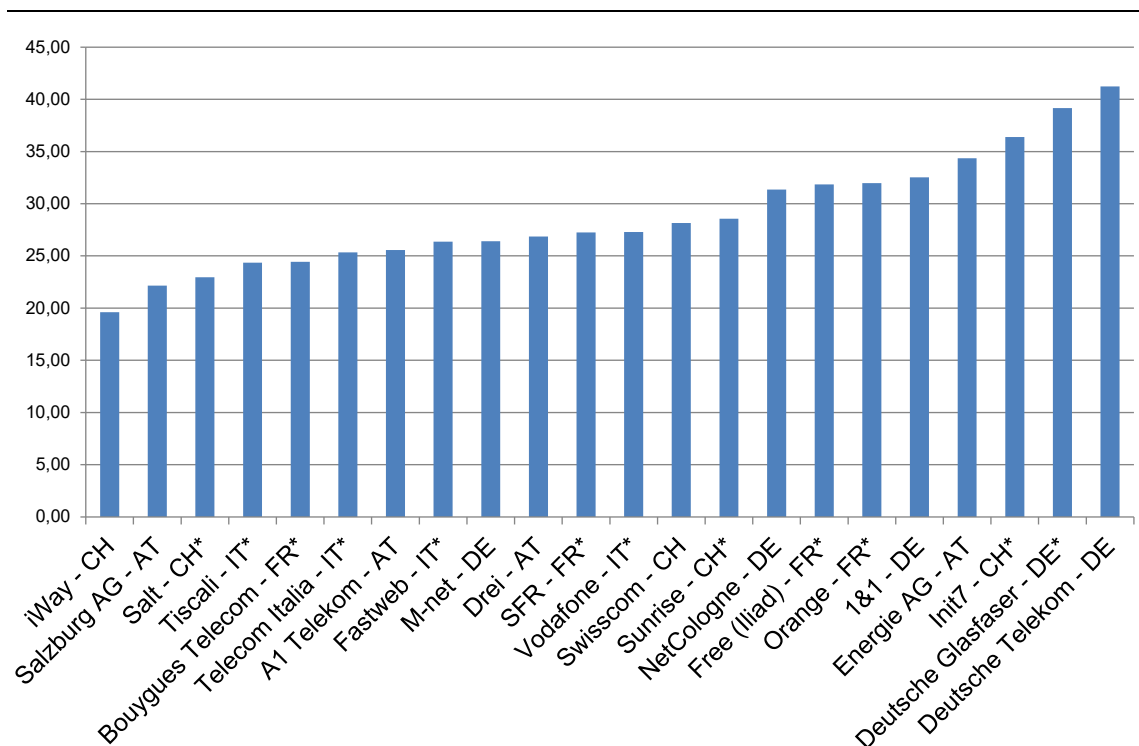
Ausgangspunkt der Betrachtung ist der auf 24 Monate Vertragslaufzeit berechnete monatliche, kaufkraftbereinigte Effektivpreis. Die erhobenen Tarifinformationen umfassen u. a. Anbieter, Tarif, Grundgebühr, Download- und Uploadbandbreite, Mindestvertragslaufzeit, Einrichtungsgebühr und Rabatte. Auf Basis dieser Informationen wurde ein monatlicher Preis auf 24 Monate berechnet und zur besseren internationalen Vergleichbarkeit mit den aktuellsten Kaufkraftfaktoren von Eurostat kaufkraftbereinigt. Etwaige, über die marktübliche Einrichtungs-/Anschlussgebühr hinausgehenden Kosten, etwa für Bauarbeiten für den initialen Hausanschluss, wurden ebenso nicht berücksichtigt, wie Kosten für kundenseitige Hardware. In einigen Fällen sind Router jedoch ohne Aufpreis im Tarif enthalten

64 Siehe zuletzt insbesondere (Knips, Wernick, & Tenbrock, 2022)

65 Die berücksichtigten Anbieter waren in Deutschland Deutsche Telekom, Deutsche Glasfaser, NetCologne, M-net und 1&1, in Österreich A1 Telekom, Drei, Energie AG und Salzburg AG, in Italien Telecom Italia, Fastweb, Vodafone und Tiscali, in der Schweiz Swisscom, Sunrise, Salt, iWay und Init7 sowie in Frankreich Orange, Free (Iliad), SFR und Bouygues Telecom.

66 Konkret war dies bei allen französischen Anbietern sowie Salt und Init7 in der Schweiz der Fall. Dort gibt es nur Triple-Play-Produkte im Festnetz.

Abbildung 3-9: Retail-Preise für Produkte mit 100 Mbit/s, März 2023



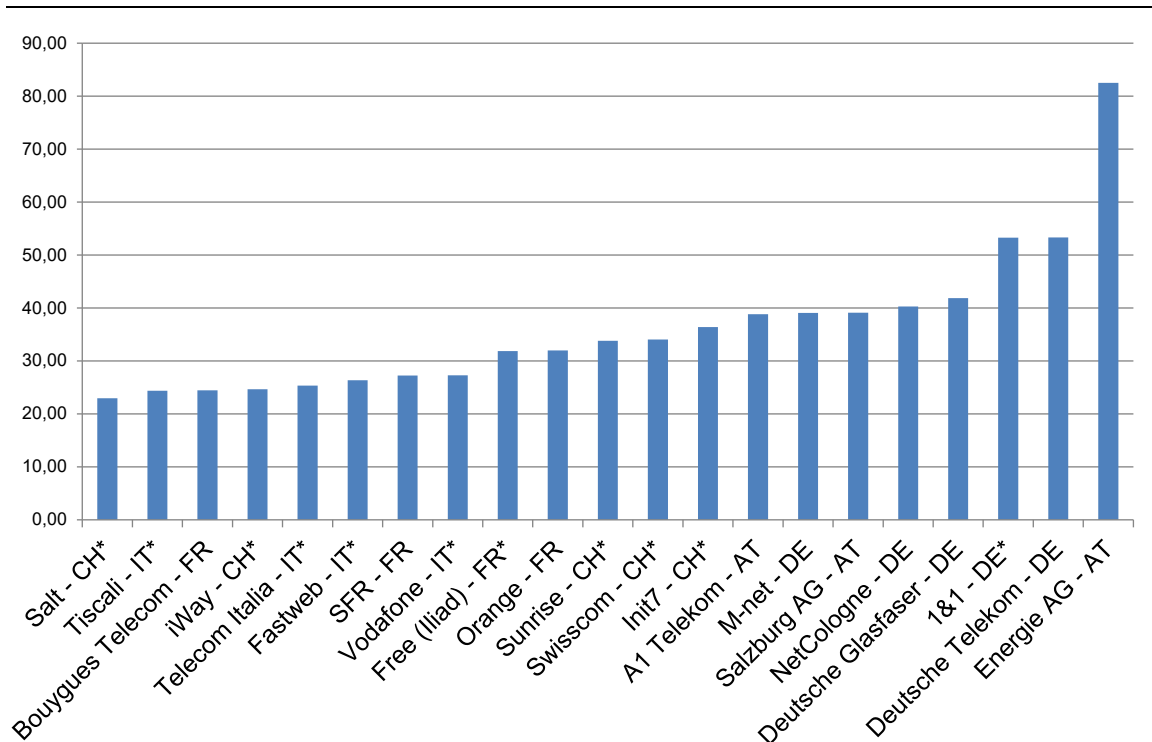
Quelle: Durchschnittlicher kaufkraftbereinigter monatlicher Preis in Euro bei einer Vertragslaufzeit von 24 Monaten inkl. Angebotsphasen, Bereitstellungskosten und Einmalrabatten. Mit * markierte Anbieter haben kein Produkt mit ca. 100 Mbit/s Downloadgeschwindigkeit im Angebot, daher wurde das nächstleistungsstärkere verfügbare Produkt zum Vergleich herangezogen.

Quelle: WIK-Erhebung auf den Webseiten der Anbieter

Deutsche Anbieter liegen eher im oberen Bereich des Preisspektrums. Es gibt, abgesehen von Italien, auf Länderebene eine relativ starke Streuung zwischen den Anbietern, was mutmaßlich darauf zurückzuführen ist, welche Relevanz entsprechende Produkte im jeweiligen Produktportfolio haben.

Französische, italienische und einige Schweizer Anbieter vermarkten auf FTTB/H-Netzen keine 100 Mbit/s-Produkte (mehr). Die Anbieter in Frankreich steigen erst bei höheren Bandbreiten ein, in Italien sowie bei Salt und Init7 in der Schweiz, gibt es keine Bandbreitendifferenzierung zwischen den Produkten, der Kunde bekommt für einen Einheitspreis die höchstmögliche angebotene Bandbreite.

Abbildung 3-10: Retail-Preise für Produkte mit 500 Mbit/s, März 2023

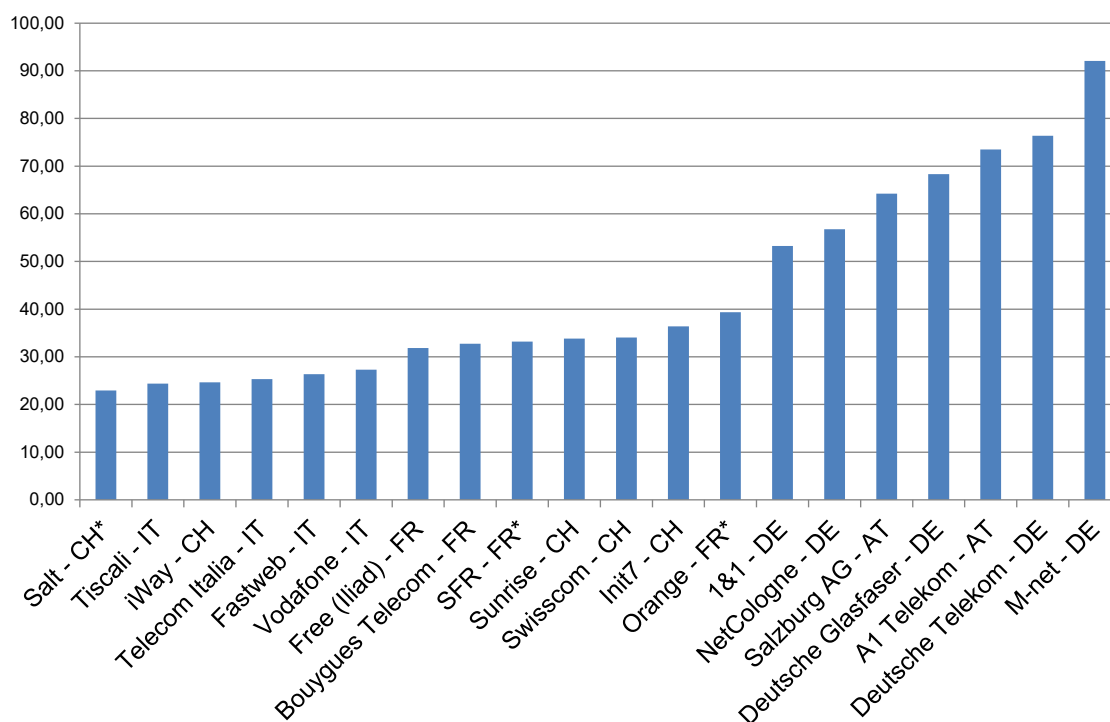


Quelle: Durchschnittlicher kaufkraftbereinigter monatlicher Preis in Euro bei einer Vertragslaufzeit von 24 Monaten inkl. Angebotsphasen, Bereitstellungskosten und Einmalrabatten. Mit * markierte Anbieter haben kein Produkt mit ca. 100 Mbit/s Downloadgeschwindigkeit im Angebot, daher wurde das nächstleistungsstärkere verfügbare Produkt zum Vergleich herangezogen.

Quelle: WIK-Erhebung auf den Webseiten der Anbieter

Bei Betrachtung der Preise für Produkte mit etwa 500 Mbit/s (Abbildung 3-6) zeigt sich, dass die Preise der deutschen Anbieter im oberen Bereich des Preisspektrums liegen. Gleiches gilt für Österreich. International bieten viele Anbieter kein Produkt im Bereich von 500 Mbit/s-Downloadbandbreite an, teilweise weil sie erst bei höheren Bandbreiten „einsteigen“, teilweise weil die Bandbreite übersprungen wird und nur Produkte mit 100 Mbit/s und 1 Gbit/s angeboten werden (z.B. Swisscom, Sunrise in der Schweiz).

Abbildung 3-11: Retail-Preise für Produkte mit 1 Gbit/s, März 2023

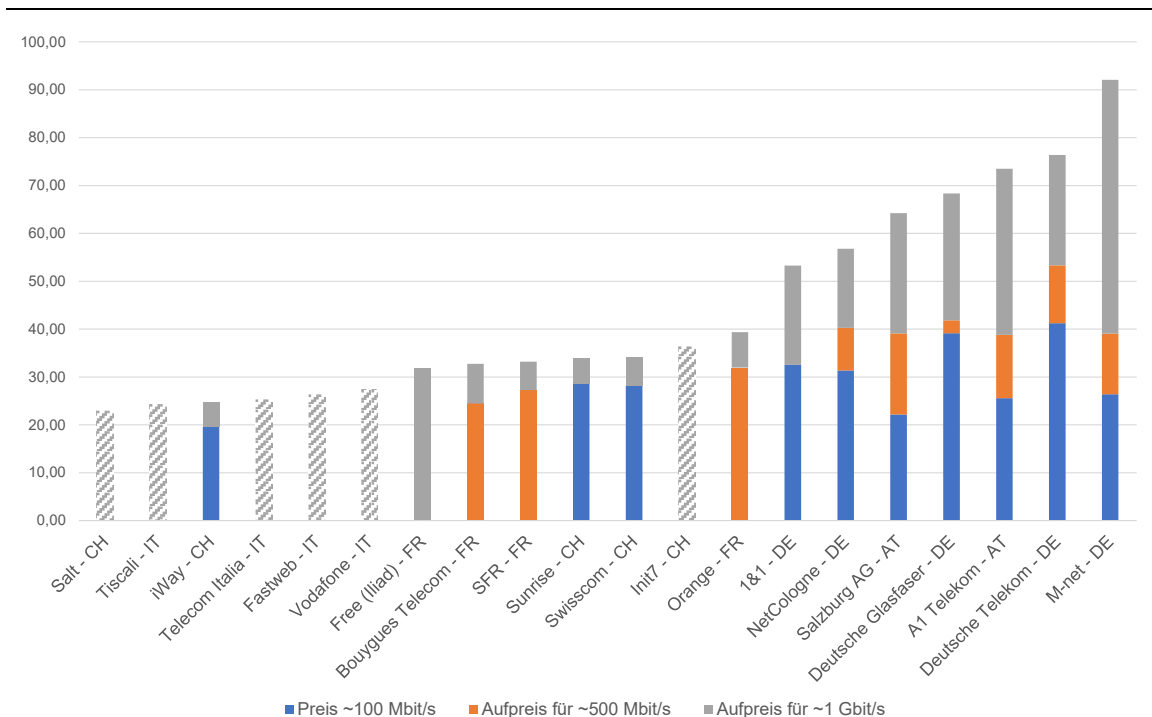


Quelle: Durchschnittlicher kaufkraftbereinigter monatlicher Preis in Euro bei einer Vertragslaufzeit von 24 Monaten inkl. Angebotsphasen, Bereitstellungskosten und Einmalrabatten. Mit * markierte Anbieter haben kein Produkt mit ca. 1 Gbit/s Downloadgeschwindigkeit im Angebot, daher wurde das nächstleistungsstärkere verfügbare Produkt zum Vergleich herangezogen.

Quelle: WIK-Erhebung auf den Webseiten der Anbieter

Bei den Preisen für Gigabitprodukte zeigt sich eine klare Zweiteilung der Vergleichsländer. Die Preise in Deutschland und Österreich sind durchweg hoch, während sie in Italien, Frankreich und der Schweiz (kaufkraftbereinigt) deutlich niedriger liegen. Bei vielen Anbietern in diesen Ländern liegt der Gigabitpreis sogar unter dem Preis für 100 Mbit/s Produkte in Deutschland (vgl. Abbildung 3-9).

Abbildung 3-12: Retailseitige Preisaufschläge nach Bandbreiten, März 2023



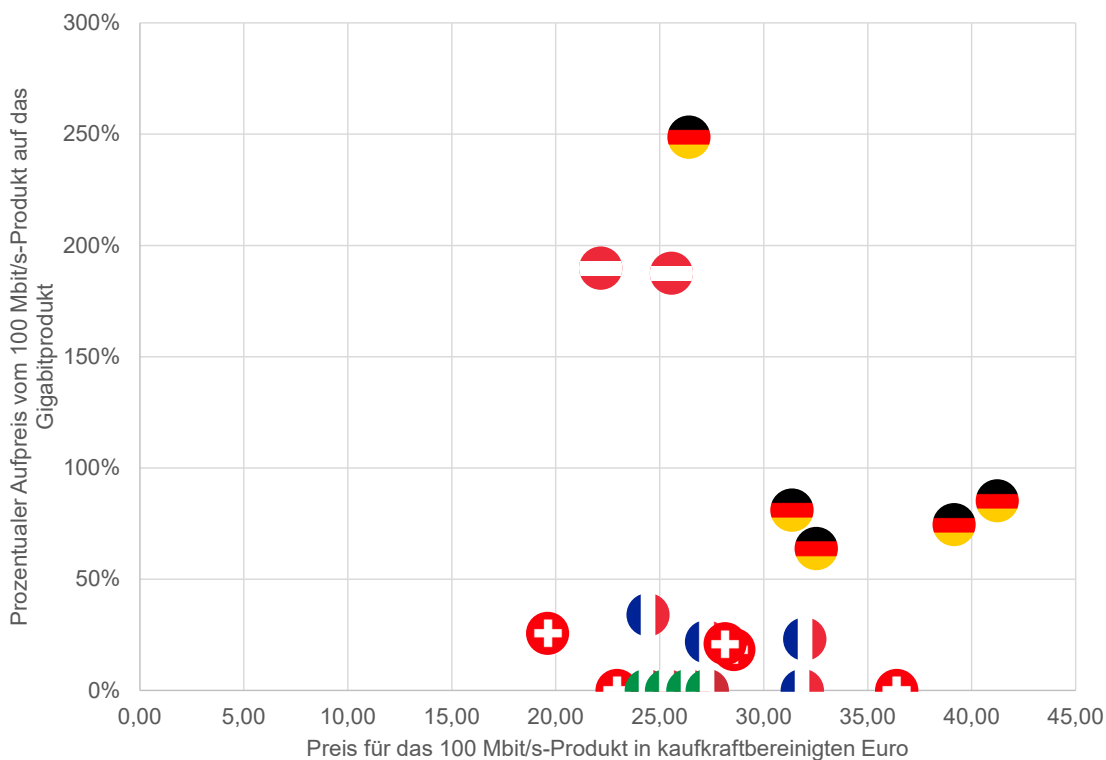
Quelle: Ohne Anbieter, die nur Produkte mit Download-Bandbreiten <1 Gbit/s anbieten. Schraffiert: Anbieter ohne Preisdifferenzierung nach Bandbreiten. Durchschnittlicher kaufkraftbereinigter monatlicher Preis in Euro bei einer Vertragslaufzeit von 24 Monaten inkl. Angebotsphasen, Bereitstellungskosten und Einmalrabatten.

Quelle: WIK-Erhebung auf den Webseiten der Anbieter

Abbildung 3-12 aggregiert die vorhergehenden Erkenntnisse. Diese unterstreicht noch einmal das hohe Preisniveau in Deutschland und Österreich und die moderateren Levels insbesondere in Italien und Frankreich, aber auch in der Schweiz.

Auch zeigt sich das Muster der geringeren Differenzierung der Produkte nach Bandbreiten. In Italien und bei einigen Schweizer Anbietern findet gar keine Bandbreitendifferenzierung statt. Andere Schweizer Anbieter haben kein 500 Mbit/s-Produkt im Portfolio. Bei den meisten französischen Anbietern ist das 500 Mbit/s-Produkt das Einstiegsprodukt, geringerwertige Produkte werden dort auf FTTB/H-Netzen grundsätzlich nicht vermarktet.

Abbildung 3-13: Preis für das 100 Mbit/s-Produkt und Aufpreis auf das Gigabit-Produkt beim entsprechenden Anbieter, März 2023



Quelle: Für Österreich sind nur zwei Anbieter abgebildet, da die anderen beiden untersuchten Glasfaser-Anbieter nur Produkte mit Download-Bandbreiten <1 Gbit/s vertreiben. Für Anbieter ohne Produkt mit 100 Mbit/s im Download wurde das nächstleistungsstärkere verfügbare Produkt zum Vergleich herangezogen. Durchschnittlicher kaufkraftbereinigter monatlicher Preis in Euro bei einer Vertragslaufzeit von 24 Monaten inkl. Angebotsphasen, Bereitstellungskosten und Einmalrabatten.

Quelle: WIK-Erhebung auf den Webseiten der Anbieter

Bei Betrachtung des Aufpreises auf Gigabit-Produkte zeigen sich klare Muster in den Vergleichsländern. In Deutschland liegen die initialen Preise im oberen Bereich der Vergleichsanbieter, insbesondere fallen jedoch die hohen prozentualen Aufpreise von deutlich über 50 % beim Wechsel auf das FTTB/H-Gigabitprodukt auf. Ein analoges Verhalten (in noch extremerer Form) ist nur bei den österreichischen Anbietern zu erkennen.

In Frankreich, der Schweiz und Italien sind die Aufpreise deutlich geringer, bei einigen Anbietern gibt es auch Einheitspreise über alle Bandbreiten bzw. wird kein Produkt unter Gigabitbandbreite angeboten.

3.7 Schlussfolgerungen aus den Fallstudien und der Benchmarkbetrachtung

In den von uns betrachteten Ländern beobachten wir auf den nationalen Wholesale-Märkten sehr unterschiedliche Entwicklungen und Anbieterstrategien. Diese schlagen sich deutlich in den angebotenen Produkten und Preisen nieder und haben auch Einfluss auf die Durchdringung mit FTTB/H-Anschlüssen und hierbei insbesondere solchen mit hohen und sehr hohen Bandbreiten.

In Frankreich und der Schweiz sind Layer-1-Produkte die dominierende Zugangsform für Wholesale-Nachfrager. In Italien spielen sowohl Layer 2 als auch Layer 1 basierte Produkte eine Rolle, wobei die Marktdynamik vor allem dem intensiven Vorleistungswettbewerb zwischen TIM und Open Fiber geschuldet ist. Deutschland und Österreich sind hingegen Märkte mit einem starkem Fokus auf aktive Vorleistungsprodukte, wenn man vom Bundesland Tirol absieht.

Es ist zu beobachten, dass in der Schweiz und Frankreich, den Ländern mit der höchsten Inanspruchnahme von entbündelten Glasfaseranschlüssen, Produkte mit sehr hohen Bandbreiten zu attraktiven Konditionen vermarktet werden, was sich in relativ hohen FTTB/H-Technologiemarktanteilen und einem verhältnismäßig hohen FTTB/H-Take-up niederschlägt.

Deutschland und Österreich weisen hingegen relativ hohe Retailpreise (gerade für Produkte mit sehr hohen Bandbreiten), geringe FTTB/H-Technologiemarktanteile und einen unterdurchschnittlichen FTTB/H-Take-up auf. Allerdings zeigt das Beispiel Tirol, welche wettbewerblichen Impulse von einem entbündelten Zugang zur TAL ausgehen können – hier hat sich in einer ländlichen Region mit ungünstigen Rahmenbedingungen ein intensiver Wettbewerb entwickelt, bei dem die Kunden die Auswahl zwischen den Produkten unabhängiger Anbieter haben.

Italien nimmt eine nur durch landesspezifische Faktoren erklärbare Sonderrolle ein: Trotz verhältnismäßig hoher FTTB/H-Abdeckung, attraktiven FTTB/H-Preisen (gerade für Produkte mit sehr hohen Bandbreiten) und einem kompetitiven Vorleistungsmarkt spielt Glasfaser hier als Zugangstechnologie nach wie vor nur eine eher unbedeutende Rolle. Dies ist auf die aggressive FTTC-Strategie der Telecom Italia sowie auf ein wenig ausgeprägtes Wechselverhalten auf Ebene der Endkunden zurückzuführen. Auch die traditionell in Italien intensive Nutzung von relativ günstigen Mobilfunkangeboten kann ggf. dazu führen, dass der Druck einen (leistungsfähigen) FTTB/H-Anschluss zu buchen, geringer ist, als in anderen Ländern.

Unsere Analysen zeigen, dass entbündelte Glasfaserleitungen im Terminierungssegment durch Vorleistungsnachfrager angenommen werden, wenn diese ein kommerziell tragfähiges Angebot eigener Endkunden- (und Wholesale-) Produkte ermöglichen. Auch wenn die Wahl zwischen entbündelten Glasfaserleitungen und leistungsfähigen und

attraktiven aktiven Produkten besteht, entscheiden sich Vorleistungsnachfrager eher für den passiven Zugang. Gerade Incumbents zeigen ein besonders großes Interesse an der Nutzung passiver Zugangsprodukte.

Die Modelle, die sich in den betrachteten Ländern entwickelt haben, müssen vor dem Hintergrund der spezifischen Entwicklungspfade interpretiert werden. Insbesondere das Schweizer Modell mit der PtP Entbündelung am ODF (ohne die Verpflichtung zur Verlegung von 4 Fasern in jede Wohneinheit) könnte jedoch Vorbildcharakter für ein Marktmodell in Deutschland haben, welches an der Tradition der Entbündelung der Kupfer-TAL ansetzt:

- Es eröffnet die Möglichkeit heterogener Wholesale-Portfolios, die für die unterschiedlichen Arten von vorleistungsbasierten Geschäftsmodellen adäquate Zugangsmöglichkeiten bieten.
- Es ermöglicht ein vielfältiges wettbewerbliches Angebot auf der Retail-Ebene mit attraktiven und ausdifferenzierten Produkten.
- Es schafft die Möglichkeit von bandbreitenunabhängigen und betreiberindividuellen Preisen.
- Es reduziert den Anreiz für die Errichtung paralleler FTTH-Infrastrukturen und das damit verbundene Investitionsrisiko.
- Es bietet das Potential die Netzauslastung zu steigern und damit den Umfang der eigenwirtschaftlich zu erschließenden Gebiete zu erhöhen.
- Es bietet die Chance, die Kupfer-Glas Migration zu forcieren und damit einen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit zu leisten.

4 Fazit

Ein Wettbewerbsmodell, das auf passiven Zugangsmöglichkeiten basiert, ist einem Wettbewerbsmodell, das ausschließlich Vorleistungswettbewerb über aktive Zugangsprodukte vorsieht, überlegen. Aktive Vorleistungszugänge bieten keine Möglichkeit für Vorleistungsnachfrager in einen Technologiewettbewerb mit dem Vorleistungsanbieter zu treten. Die Möglichkeiten für Produkt-, Preis- und Qualitätswettbewerb sind eingeschränkt.

Über den entbündelten Zugang zur Glasfaser-TAL können diese Nachteile überwunden werden. Im Ergebnis ist davon auszugehen, dass der Take-up auf den Netzinfrastrukturen der ausbauenden Unternehmen steigt, Vorleistungsnachfrager die Wahl zwischen verschiedenen Vorleistungsprodukten haben und Konsumenten von Qualitäts- und Preiswettbewerb profitieren.

Die Marktergebnisse aus Frankreich und der Schweiz legen nahe, dass sich das Modell des Entbündelungswettbewerbs auch in die FTTH-Welt übertragen lässt und sich in Deutschland ein Wettbewerbsmodell mit einer hohen Wertschöpfungstiefe mehrerer Marktteilnehmer auch dann realisieren lässt, wenn keine parallelen FTTH-Netze ausgebaut werden. Ein PtP-Entbündelungsmodell am ODF würde dabei das effizienteste und nachhaltigste Marktmodell für einen wettbewerblichen FTTH-Markt darstellen. Ein solches Modell schafft die Voraussetzungen für einen vielfältigen Wettbewerb, eine Stärkung der Nachfrage nach glasfaserbasierten Breitbandanschlüssen und kann damit die Digitalisierung in Deutschland weiter befördern.

Damit sich ein entsprechendes tragfähiges Wettbewerbsmodell entwickeln kann, müssen jedoch die technischen und kommerziellen Möglichkeit für eine technologieneutrale Kollokation im MPoP erfüllt sein und geeignete kommerzielle Vorleistungsmodelle das Investitionsrisiko der ausbauenden Unternehmen mitigieren und Investoren Planungssicherheit bieten.

In Anbetracht des in Deutschland überwiegend zum Einsatz kommenden GPON Ausbau auf Basis von PtMP ist die für eine technologieneutrale Kollokation im MPoP hinreichende Anzahl an Fasern zwischen FVz und MPoP unter Umständen nicht gegeben. Dies könnte das Einblasen neuer Fasern erforderlich machen.

Für den Fall, dass dies nicht stattfindet, können PtMP-Entbündelungsmodelle mit einer Übergabe am ODF eine Alternative darstellen, wenn sich Vorleistungsanbieter und -nachfrager über eine Lösung der strukturellen Entgeltproblematik im Feederbereich einigen. Entsprechende Entbündelungsmodelle sind zwar nicht technologieneutral, bieten den Vorleistungsnachfragern im Vergleich zu aktiven Vorleistungsprodukten jedoch gleichwohl einen größeren Gestaltungsspielraum.

Der MPoP selbst kann sich bei beiden Varianten im HVT oder im BNG befinden – letzteres würde es aufgrund der möglichen Skalierung ermöglichen, dass sich mehrere Vorleistungsnachfrager parallel am BNG kollozieren und voneinander unabhängig glasfaserbasierte Produkte für Ihre eigenen Retail-, Geschäfts- und/oder Wholesalekunden produzieren. Eine wirtschaftliche Kollokation auf HVT-Ebene setzt hingegen das Vorhandensein einer kostengünstigen Zuführung zu regionalen Übergabepunkten (BNG) voraus. Aufgrund von technischen Restriktionen bei Faserlängen von über 15 km könnte auch ein hybrides Konzept mit BNGs und HVTs als MPoP Standorten angezeigt sein.

Die Verlegung zusätzlicher Fasern zwischen FVz und Wohneinheit ist für ein nachhaltiges Entbündelungsmodell nicht erforderlich, da in der deutschen Marktrealität die parallele Nutzung mehrerer Provider durch einen Endnutzer faktisch keine Rolle spielt und bei Anbieterwechseln eine Umschaltung am MPoP erfolgen kann.

Um (zukünftige) Kapazitätsengpässe zu vermeiden und eine möglichst große Freiheit bei der Produktgestaltung zu ermöglichen, ist eine Entbündelung über Punkt-zu-Punkt Verbindungen einer PtMP Entbündelung über den Aufbau zusätzlicher Splitter im FVz vorzuziehen.

Durch den entbündelten Zugang werden an die Kostenstruktur angepasste bandbreitenunabhängige Vorleistungspreise ermöglicht. Um den Anforderungen unterschiedlicher Betreiber typen und Geschäftsmodellen auf Anbieter- und Nachfrageseite Rechnung zu tragen, sollten verschiedene Abrechnungsmodelle angeboten werden, die dem investiven Risiko der ausbauenden Unternehmen Rechnung tragen.

Aus Sicht von ausbauenden Unternehmen und Investoren besteht das Risiko, dass ihnen die Renten, die mit dem aktiven Netzbetrieb generiert werden, entgehen und stattdessen den Netzbetreibern zufließen, die bei ihnen entbündelte Zugänge einkaufen, um darüber selbst Wholesaleprodukte anzubieten. Aufgrund der hohen Relevanz der Commitment Verträge für aktive Vorleistungsprodukte des Incumbents wird eine Sogwirkung auf dessen aktive Zugangsprodukte und eine damit verbundene Stärkung seiner Rolle auf dem Wholesalemarkt befürchtet.

Entsprechenden Tendenzen kann durch Kooperationen und attraktive Wholesale-Produkt- und Preisportfolios begegnet werden: Revenue-Sharing Modelle stellen eine Option zur Preisgestaltung dar, über die sichergestellt werden kann, dass die Akteure auf den verschiedenen Wertschöpfungsstufen von möglichen steigenden Umsätzen je Teilnehmer profitieren. IRU Modelle im Sinne von Co-Invest-Lösungen bieten den ausbauenden Unternehmen eine Mitigation des Investitionsrisikos. Zugleich bieten EKEK und TKG bei Co-Invest-Lösungen die Möglichkeit, bei dem Vorhandensein von Co-Invest-Modellen regulatorische Maßnahmen zurückzunehmen.

Auch für Vorleistungsnachfrager sind entsprechende Modelle attraktiv, da sie langfristig Planungssicherheit bieten und neue Möglichkeiten zur Preisgestaltung zu eröffnen. Bei der Ausgestaltung ist den Bedingungen in Artikel 76 EKEK Rechnung zu tragen, insbesondere mit Blick auf mögliche Deregulierungsmaßnahmen.

Zusammengenommen bietet sich die Möglichkeit ein Marktmodell zu schaffen, dass sich durch eine große Angebotsvielfalt bei einem effizienten Einsatz investiver Mittel auszeichnet und das Potential bietet, den Weg hin zu einer Gigabitgesellschaft in Deutschland deutlich zu beschleunigen.

Literaturverzeichnis

- AGCOM. (2019). *DOCUMENTO V DELLA DELIBERA N. 348/19/CONS DECLINAZIONE DEGLI OBBLIGHI REGOLAMENTARI*. Von <https://www.agcom.it/documents/10179/15564025/Allegato+8-8-2019+1565257693416/2c58adf5-9c31-40b2-ab77-298d1e07a979?version=1.0> abgerufen
- Arcep. (2015). *Modèle générique de tarification de l'accès aux réseaux à très haut débit en fibre optique en dehors des zones très denses Document d'accompagnement*. Von https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/doc-model-tarif-acces-ftth-oct2015.pdf abgerufen
- Arcep. (2020). *Décision n° 2020-1446 de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse*. Von https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/20-1446.pdf abgerufen
- Arcep. (2022). *LES SERVICES DE COMMUNICATIONS ELECTRONIQUES EN FRANCE 3E TRIMESTRE 2022*. Von https://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/observatoire/3-2022/obs-marches-T3-2022_janv2023.pdf abgerufen
- Arcep. (2023). *Consultation Publique Projet de décision d'analyse du marché 1 de fourniture en gros d'accès local en position déterminée*. Von https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/consultation-ADM7-projdec-marche1_fev2023.pdf abgerufen
- BAKOM. (2022a). *Breitbandinfrastruktur*. Von <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/telekommunikation/zahlen-und-fakten/sammlung-statistischer-daten/breitband/breitbandinfrastruktur.html> abgerufen
- BAKOM. (2022b). *Internet Service Provider*. Von <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/telekommunikation/zahlen-und-fakten/sammlung-statistischer-daten/internet-service-provider.html> abgerufen
- BMDV. (2023). *Bekanntmachung Richtlinie "Förderung zur Unterstützung des Gigabitausbaus der Telekommunikationsnetze in der Bundesrepublik Deutschland" - Gigabit-Richtlinie des Bundes 2.0 (Gigabit-RL 2.0)*. Von https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/gigabit-richtlinie-2-0.pdf?__blob=publicationFile abgerufen
- 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.
- Bundesnetzagentur. (2016). *Festlegung der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Auf der Vorleistungsebene an festen Standorten bereitgestellter Zugang von hoher Qualität*. Von https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Marktanalysen/Festlegung_Markt4_ME2014.pdf?__blob=publicationFile&v=6 abgerufen
- Bundesnetzagentur. (2019). *Festlegung der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Markt für den auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang, (Markt Nr. 3a der Empfehlung vom 09. Oktober 2014)*. Abgerufen am 8. Mai 2023 von

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK1-GZ/2019/BK1-19-0001/BK1-19-0001_Beschluss_Download_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Bundesnetzagentur. (2020). *Festlegung der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Für Massenprodukte auf der Vorleistungsebene an festen Standorten zentral bereitgestellter Zugang (Markt Nr. 3b der Empfehlung vom 09. Oktober 2014)*. Von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK1-GZ/2020/BK1-20-0004/BK1-20-0004_Festlegung_Download_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=2 abgerufen

Bundesnetzagentur. (2021). *Beschluss in dem Verwaltungsverfahren wegen Beibehaltung, Änderung, Auferlegung und Widerrufs von Verpflichtungen auf dem Markt für den auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang zu Teilnehmeranschlüssen*. Von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Beschlusskammern/1_GZ/BK3-GZ/2019/BK3-19-0020/BK3-19-0020_Beschluss_Download_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=4 abgerufen

Bundesnetzagentur. (2022). *Jahresbericht 2021*. Von <https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/JB2021.html> abgerufen

Europäische Kommission. (2015). *Leitfaden für Investitionen in Hochgeschwindigkeits-Breitbandnetze*.

Europäische Kommission. (2022). *Der Index für digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI)*. Von <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/desi> abgerufen

European Commission. (2020). *Commission Staff Working Document Explanatory Note Accompanying the document Commission Recommendation on relevant product and service markets within the electronic communications sector susceptible to ex ante regulation in accordance with Directive*. Von (EU) 2018/1972 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code C(2020) 8750 final. abgerufen

European Commission. (2023). *Communication from the Commission Guidelines on State aid for broadband networks (2023/C 36/01)*. Von [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0131\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0131(01)) abgerufen

Godlovitch, I., & Plückebaum, T. (2018). *Assessment of the technicalities of VULA products in the context of a State aid investigation*. Luxemburg: Publications Office of the European Union. Von <https://ec.europa.eu/competition/publications/reports/kd0418126enn.pdf> abgerufen

IHS Markit, OMDIA, Point Topic. (2022). *Broadband Coverage in Europe 2021 Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Decade*. Von <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/broadband-coverage-europe-2021> abgerufen

Knips, J., Wernick, C., & Tenbrock, S. (2022). *Analyse von Angeboten auf gigabitfähigen Infrastrukturen in Europa*. WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 485, Bad Honnef. Von https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veroeffentlichungen/Diskus/2022/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_485.pdf abgerufen

Neumann, K.-H., & Strube Martins, S. (2017). *Zur Lage des Wettbewerbs im Schweizer Breitbandmarkt*. Von

https://www.wik.org/fileadmin/files/_migrated/news_files/2017_Lage_des_Wettbewerbs_im_Schweizer_Breitbandmarkt.pdf abgerufen

Neumann, K.-H., Wernick, C., Plückebaum, T., Böheim, M., Braun, M. R., Tenbrock, S., . . . Bärenthaler-Sieber, S. (2021). *Open Access Netze für Österreich*. Studie für das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Bad Honnef. Von https://data.breitbandbuero.gv.at/PUB_WIK_WIFO_Open-Access-Netze-fuer-Oesterreich.pdf abgerufen

OECD. (2022). *Broadband statistics*. Von <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/> abgerufen

Plückebaum, T., & Sanchez-Gacia, J. E. (2016). GPON and TWDM-GPON in the context of the wholesale local access market. *Study for ComReg*. Bad Honnef. Von https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2016/11/ComReg-1696c.pdf abgerufen

PricewaterhouseCoopers GmbH und atene KOM GmbH. (2022). *Einheitliches Materialkonzept und Vorgaben für die Dimensionierung passiver Infrastruktur im Rahmen des geförderten Breitbandausbaus (Version 5.0.1), Eine Handreichung der Projektträger für das Bundesförderprogramm Breitband*. Von https://atenekom.eu/wp-content/uploads/2022/03/220224_Materialkonzept_5.0.1.pdf abgerufen

RTR. (2022). *Nachfrage nach Glasfaseranschlüssen in Österreich*. Von https://www.rtr.at/TKP/aktuelles/publikationen/publikationen/Bericht_Glasfaser.pdf abgerufen

SBR-net Consulting. (2022). *Wholebuy und Open Access-Erfolgsfaktoren auf der Grundlage internationaler Erfahrungen*. Studie für BREKO, Düsseldorf.

TKK. (2018). *M 1.8/15-74 Bescheid*. Von file:///C:/Users/kg/Downloads/M_1_8_15_Bescheid_Web.pdf abgerufen

TKK. (2022). *M 1/20-312, M 1.1/20-123 Bescheid*. Von file:///C:/Users/kg/Downloads/M_1_1_20_Bescheid_Web.pdf abgerufen