

Planungsleitfaden Breitband

Zur Initiative Breitband Austria 2030

Version 1.1.0



Wien, November 2023

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Finanzen

Johannesgasse 5, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: VI/10 Telekompolitik und IKT-Infrastruktur (Breitbandbüro)

Wien, November 2023.

Inhalt

Einleitung	4
1 Glasfaser als Medium der Datenübertragung	6
1.1 Glasfaserkabel.....	6
1.2 Leerrohrtechnik	8
1.3 Verlegung von Glasfaserkabeln	9
2 Elemente des Zugangsnetzes	15
3 Gebäudeinterne Infrastruktur.....	21
3.1 Gebäudezuführung und Zugangsbereich	21
3.2 Gebäudeverkabelung.....	22
4 Projektplanung.....	24
5 Normen, Industriestandards	27

Einleitung

Das Internet hat in den vergangenen drei Jahrzehnten enorme Bedeutung erlangt. Vor allem für hoch entwickelte Volkswirtschaften ist der Grad der Digitalisierung ein zunehmend wichtiger Wettbewerbsfaktor. Deshalb ist eine flächendeckend ausgebaute gigabitfähige Kommunikationsinfrastruktur – insbesondere auch zur digitalen Inklusion der ländlichen Regionen – prioritäres Ziel der österreichischen Bundesregierung.

Mit der im August 2019 veröffentlichten Breitbandstrategie 2030 bekennt sich Österreich zu den europäischen Zielen, geht aber über diese weit hinaus. Die Vision für 2030 lautet: Österreich ist bis 2030 flächendeckend mit symmetrischer gigabitfähiger Infrastruktur versorgt. Dabei stellt Glasfaser in der Telekommunikationsinfrastruktur in Verbindung mit einem flächendeckenden Ausbau von 5G aus heutiger Sicht eine nachhaltige und sichere Lösung dar. Diese Versorgung ermöglicht es jeder Bürgerin und jedem Bürger, jedem Unternehmen und allen öffentlichen Einrichtungen, die Chancen und technischen Möglichkeiten der Digitalisierung überall im Land zu gleichen Bedingungen zu nutzen.

Förderungsinstrumente der Initiative Breitband Austria 2030 (BBA2030) sollen eine wesentliche Verbesserung der Breitbandverfügbarkeit in jenen Gebieten Österreichs unterstützen, die aufgrund eines Marktversagens nicht oder nur unzureichend durch einen privatwirtschaftlichen Ausbau erschlossen werden. Die geförderte Errichtung von gigabitfähiger Infrastruktur soll den Vorleistungsmarkt beleben und den Dienstewettbewerb am Endkundenmarkt gewährleisten. Dies betrifft ebenfalls die geförderte Errichtung von Open Access Netzen auf der Grundlage einer flexiblen und offenen Netzarchitektur unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ausprägungen an Geschäftsmodellen offener Netze. Die österreichische Bundesregierung stellt dafür bis 2026 öffentliche Mittel sowie Mittel der Europäischen Union für den Breitbandausbau zur Verfügung.

Die Sonderrichtlinien von BBA2030:Access (BBA2030:A), BBA2030:OpenNet (BBA2030:ON) und BBA2030:Connect (BBA2030:C) bilden die beihilferechtlichen Grundlagen zur Förderung von Investitionen in die räumliche Erweiterung und in die qualitative Verbesserung der bestehenden Breitbandnetze, um gigabitfähige Zugangsnetze für Haushalte, Unternehmen, land- und forstwirtschaftliche Betriebe sowie Fischereibetriebe

und öffentliche Einrichtungen verfügbar zu machen. Diese werden auf der Webseite des Bundesministeriums für Finanzen (BMF) veröffentlicht.

Zur operativen Abwicklung der Förderungsinstrumente von BBA2030 wurde vom BMF die Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) beauftragt. An diese richten die Förderungswerberinnen bzw. Förderungswerber die Förderungsanträge im eCall-System der FFG¹ und erfassen im Zuge dessen im darin integrierten Web-GIS-Förderungsportal die technischen sowie georeferenzierten Details der geplanten Ausbauvorhaben. Die Bedienung des Web-GIS und Details zu den Begriffen sind im BBA2030-Web-GIS-Handbuch ausgeführt. Das Breitbandbüro des BMF sowie das Team der FFG steht mit Beratungsleistungen zur Verfügung.

Dieser Leitfaden bietet Einblicke sowie Empfehlungen zu wichtigen Aspekten im Zuge von Ausbauvorhaben und beschränkt sich dabei auf Elemente der passiven physischen Netzinfrastrukturen von Glasfasernetzen. Kapitel 1 informiert über den Einsatz von Glasfasern als Übertragungsmedium und nimmt Bezug auf den Aufbau und die Verlegung von Glasfaserkabeln. Kapitel 2 geht auf die Elemente eines auf Glasfaser basierenden Zugangs- sowie Zubringernetzes ein. Die Elemente der gebäudeinternen Infrastruktur werden in Kapitel 3 erklärt, Kapitel 4 bietet einen Überblick zu Schritten in der Umsetzung von Ausbauvorhaben und Empfehlungen. Abschließend sind in Kapitel 5 die einzuhaltenden Normen angeführt.

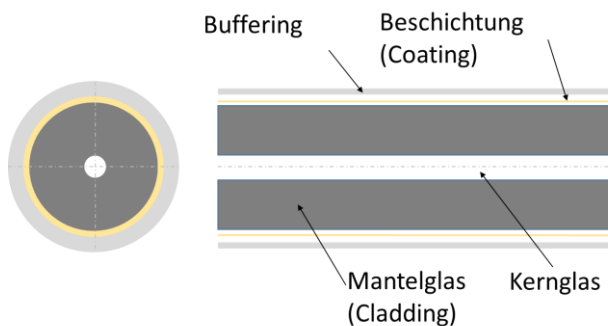
¹ <https://ecall.ffg.at>

1 Glasfaser als Medium der Datenübertragung

1.1 Glasfaserkabel

In einem Glasfaserkabel erfolgt die Datenübertragung von optischen Signalen in Form von Licht. Es setzt sich aus vielen einzelnen Glasfasern zusammen und bildet ein Glasfaserbündel, einen Lichtwellenleiter (LWL).

Abbildung 1 Aufbau eines Lichtwellenleiters (symbolische Darstellung)



Quelle: Bundesministerium für Finanzen (BMF)

Die dünnen Glas- oder Kunststofffasern erlauben eine Datenübertragung über weite Strecken mit nahezu uneingeschränkten Datenraten. Zum Schutz vor Umgebungseinflüssen werden Lichtwellenleiter, die einen Durchmesser von rund 0,1 mm aufweisen, mit geeigneten Schutz- und Tragehüllen umschlossen. Der Aufbau eines Lichtwellenleiters setzt sich aus Core (z.B. Kernglas), Cladding (z.B. Mantelglas), Coating (z.B. Beschichtung) und einem Buffering (z.B. Schutzmaterial) zusammen. Beim Cladding handelt es sich um ein dielektrisches Material, welches sich durch nicht bzw. nur schwach leitende Eigenschaft auszeichnet und einen niedrigeren Brechungsindex als der Kern des Lichtwellenleiters aufweist (Abbildung 1).

Die zu übertragenden Daten werden als optische Signale in digital aufbereiteter Form über den Lichtwellenleiter gesendet. Die Signalübertragung erfolgt aufgrund einer Totalreflexion von optischen Signalen innerhalb der Glasfaser. Dies ermöglicht symmetrische Übertragungsgeschwindigkeiten von mehreren Gbit/s. Betreffend der

Lichtausbreitung in der Glasfaser wird zwischen Singlemode- und Multimode-Lichtwellenleitern unterschieden. Dieser Leitfaden beschränkt sich auf Ausführungen zu Singlemode-Lichtwellenleitern, welche sich durch eine geringe Signaldämpfung, weite Übertragungsstrecken und hohe Bandbreiten auszeichnen. Singlemode-Lichtwellenleiter kommen zum Einsatz, wenn große Entfernungen überbrückt werden sollen. Demgegenüber weisen Multimode-Lichtwellenleiter ein erheblich größeres Kernglas auf, sodass die Ausbreitung von Licht mittels mehrerer sog. Modi – in mehreren Wellenlängen des optischen Signals – mit einer größeren Signaldämpfung und damit deutlich geringeren Übertragungsstrecken erfolgt. Multimode Kabel werden oftmals als Patchkabel in Ortszentralen und Brückenkabel bei PoP Standorten eingesetzt.

Im Inneren des Glasfaserkabels befinden sich die Fasern lose in Hüllen, in den sogenannten Bündeladern, welche eine Vielzahl an Fasern – bis zu 48 – aufnehmen können. Sowohl die Bündeladern wie auch die Einzelfasern selbst sind farbkodiert. Die Verlegung von LWL-Kabeln im Außenbereich erfolgt in der Regel durch Einblasen in Rohre oder Einlegen in Kabelkanäle. Die wesentlich schonendere Verlegeart für LWL-Kabel ist das sogenannte Einblasen, welches das stressfreie Einbringen von LWL-Kabeln in Kunststoff-Mikrorohren ermöglicht. Dieses Verfahren wird auch im Innenbereich angewendet, sofern zuvor einblasfähige Mikrorohre verlegt wurden.

Glasfaserkabel, die für den Außenbereich eingesetzt werden, müssen so aufgebaut und dimensioniert sein, dass sie vor Umgebungseinflüssen geschützt sind und beispielsweise eine definierte Zug-, Schlag- oder Querdruckfestigkeit erfüllen. Diese sind in einschlägigen Normen festgelegt und können über Austrian Standards bezogen werden. Unter anderem verweist die ÖNORM EN 60794 auf die Übertragungstechnischen, mechanischen und alterungsabhängigen Eigenschaften von Lichtwellenleiterkabeln.

Im Innenbereich von Gebäuden² werden bei einer Verlegung in Brüstungskanälen, Rohranlagen und Steigzonen zur Minimierung der Signaldämpfung eigene LWL-Innenkabel eingesetzt, welche biegeoptimierte Glasfasern aufweisen. Die Spleißverbindungen zwischen der Hauseinführungs- und der Gebäudeverkabelung sind verbindungskompatibel (Singlemode zu Singlemode) auszuführen.

² Begriffsbestimmungen nach § 4 Z. 52 TKG 2021 idgF.

Grundlegend müssen die Singlemodefasern den Anforderungen der ITU-T G652.D, ITU-T G657.A1, ITU-T G657.A2, ITU-T G657.B2 und ITU-T G657.B3 entsprechen³.

1.2 Leerrohrtechnik

Glasfaserkabel können mittels Kabelschutzrohren und je nach Anwendungsfall unterschiedlichen Rohrtypen verlegt werden.

Die aktuell eingesetzte Leerrohrtechnik für Haupt- (Feeder) bzw. Dropkabel in Zugangsnetzen sowie Leitungen des Zubringernetzes (Backhaul-Leitungen) verwendet erdverlegbare Mikrorohrverbände, die durch ihre höhere Wandstärke direkt in einem Graben mit Sandbett gelegt und je nach Bedarf mit LWL-Kabeln bestückt werden können. Die Verlegung kann im Zuge anderer Tiefbauprojekte geplant und durchgeführt werden (beispielsweise als Mitverlegung bei Errichtung von Energieversorgung, Fernwärme, Fernkälte, Gehsteig- oder Straßensanierung, Siedlungswasserbau etc.). Um das Eindringen von Verschmutzungen bzw. Wasser zu verhindern, ist bei der Verlegung darauf zu achten, dass Mikrorohre durchgängig gas- und wasserdicht abgeschlossen werden.

Ein Wohngebiet oder ein Straßenzug kann, um aufwendige Straßenquerungen zu vermeiden, auf beiden Seiten mit einem Mikrorohrverband versorgt werden. Für Abzweigungen wird dieser Mikrorohrverband entsprechend geöffnet und ein Einzelrohr zur Hauszuführung herausgeführt. Firmengebäude oder Gebäude mit mehreren Wohneinheiten können auch mit zwei Mikrorohren versorgt werden. Das Drop-Kabel wird anschließend in die vorbereiteten Mikrorohre eingebracht.

Für alle verlegten Rohre, aber auch für Mikrorohrverbände gilt, die Biegeradien sind so groß und Steigungen so gering wie möglich zu halten. Kleinere Radien haben eine Reduktion der Einzieh- bzw. Einblaslängen von Kabeln zur Folge.

Leerrohrtechnik bei Neuverlegung

Die nachfolgende Tabelle bietet einen Überblick zur Leerrohrtechnik bei Neuverlegung zum aktuellen Stand. Die angeführten Größen, Mengen und Ausführungen beschreiben

³ https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/04/T0B040000542C01PDFE.pdf

die Mindestvorgaben bei Neuverlegung. Die Dimensionen verstehen sich als Außendurchmesser in mm. Die Wandstärken für erdverlegbare Mikrorohre sind: 1,5 mm für 7 mm und 2,0 für 10, 12, 14 und 16 mm Außendurchmesser. Aus logistischen als auch ökonomischen Gründen ist die Verwendung einer möglichst geringen Anzahl unterschiedlicher Rohrtypen anzustreben.

Tabelle 1 Leerrohrtechnik bei Neuverlegung

Beschreibung	Zubringerleitung (Backhaul)	Hauptleitung (Feeder)	Faserverteiler bis Hausabzweigung	Hausanschluss (Drop)
Einzel-Mikrorohr erdverlegbar	12, 14 oder 16 mm	16 mm	7, 10 oder 12 mm	
Mikrorohrverband erdverlegbar	≥ 4 x 12 mm oder ≥ 2 x 14 mm		≥ 2 x 7 mm ≥ 2 x 10 mm oder ≥ 2 x 12 mm	–
Kabelschutzrohr	32 bis 62 mm		–	
Material	PE-HD mit Innenriefung			

Die Farbkodierung der Mikrorohre hat zumindest einem der beiden nachfolgenden Standards zu entsprechen:

- Standard-Telekom-Farbcode: Jedes Mikrorohr hat zwei Farbstreifen in zwei unterschiedlichen Farben. Dieser Farbcode wird in Österreich von den größeren Telekom-Firmen schon lange Zeit verwendet und von namhaften Herstellern wie bspw. den Firmen Gabocom und Rehau, angeboten.
- Farbcode nach ÖNORM EN 60794-5-20: Jedes Mikrorohr verfügt über zwei oder vier Farbstreifen in der gleichen Farbe. Dieser Farbcode wird von allen Herstellern angeboten.

1.3 Verlegung von Glasfaserkabeln

Die Verlegung der Glasfaserkabel kann sowohl unterirdisch (mittels erdverlegter Kabel, Leitungsrohren, Leerrohren oder Kabelschächten) als auch oberirdisch (mittels geeigneter Kabel auf Masten oder anderen Tragwerken) erfolgen. Glasfaserkabel werden in Kabelschutzrohren meist in Mikrorohren geführt. Bereits in der Planungsphase muss ein besonderes Augenmerk auf die Verlegeradien gelegt werden, um eine Beschädigung des

Kabeln sowie eine Brechung des optischen Signals innerhalb der Glasfaser zu vermeiden. Eine häufig angewendete unterirdische Verlegung erfolgt in offener Bauweise in einem Graben, der sogenannten Künette. Diese wird je nach Anforderung mit einem Bagger, einer Grabenfräse oder einem Kabelpflug hergestellt. Auf der Grabensohle der Künetten werden die Kabelschutzrohre, Mikrorohre oder Mikrorohrverbände einlagig ausgelegt.

Erdverlegbare Mikrorohre müssen in einem Sandbett bzw. steinfreier Erde unter leichtem Zug möglichst gerade verlegt werden, um optimale Einblasergebnisse zu erzielen.

Zur Einhaltung eines Schutzabstands werden Hochspannungsleitungen zur Energieversorgung und Gasleitung in der Regel tiefer als LWL-Rohre verlegt.

Die Verlegung in Künetten verursacht einen hohen Anteil der Tiefbaukosten, welcher etwa 60 bis 80 Prozent der Gesamtkosten verursacht. Einsparungen bei den Investitionskosten, welche auf den Tiefbau entfallen, können durch alternative Verlegungsmethoden erreicht werden. Dazu zählen die Nachfolgenden:

Das Einpflügen

Bei der Verlegungsmethode mittels Einpflügen handelt es sich um eine kostengünstige Variante der Verlegung mittels eines speziellen Verlegepflugs, die auf Wiesen, unbefestigten Flächen und im Wald anwendbar ist. Dabei wird durch Bodenverdrängung eine Furche in das Erdreich gezogen, in die ein oder mehrere Leerrohre oder Kabelschutzrohre eingelegt werden.

Bankettfräse

Die Bankettfräse kann auf allen Untergründen (ausgenommen Felsenboden) mit einer Tagesleistung von bis zu 3000 m eingesetzt werden. Dabei wird ein bis zu 15 cm breiter, in Kurven 20 cm breit, und bis zu 70 cm tiefer Schlitz gefräst. Das gefräste Material wird aufbereitet und als Füllmaterial anstelle des Sandbettes wieder eingebracht. Es können bis zu drei Rohrverbände je \varnothing 50 mm plus 2 Einzelrohre \varnothing 14 mm in einem Arbeitsgang verlegt werden. Nach dem Verlegungsvorgang wird das überschüssige Material abgezogen und der Bankettstreifen vorverdichtet. Abschließend erfolgt die Endverdichtung mit einer Rüttelplatte. Die Fahrbahn kann gleichzeitig mit einem Kehrbesen gereinigt werden.

Schlitzgrabenverfahren

Beim Schlitzgrabenverfahren werden Leerverrohrungen zur Errichtung der glasfaserbasierten Netzinfrastruktur in befestigte Verkehrsflächen verlegt. Dafür wird ein Schlitz in die oberen bituminös gebundenen Schichten der Straße gefräst, in welchen die erdverlegbaren Mikrorohre in ein Sandbett eingelegt werden. Mittels einer speziellen Vergussmasse wird der offen gebliebene Schlitz anschließend verschlossen. Das Verfahren zeichnet sich durch eine Verlegeleistung von etwa 600m Streckenlänge pro Tag aus. Für das Einblasen der Glasfaserkabel ist abhängig vom Rohr- und Kabeldurchmesser in der Regel nach max. 800m durchgängig verlegter Streckenlänge ein Schacht neben der Verkehrsfläche auszuführen.

Verlegung mittels Erdrakete

Durch Bodenverdrängung wird eine Erdrakete ausgehend von einer Start- zu einer Zielgrube mittels Druckluft im Erdreich bzw. Gestein vorangetrieben. In die so entstandene Erdröhre wird oft im gleichen Arbeitsgang ein Kabelschutzrohr oder Mikrorohr eingezogen. Man unterscheidet zwischen gelenkter und nicht gelenkter Erdrakete. Die Erdrakete kann für Straßenquerungen und Hauseinführungen (durch den Vorgarten) eingesetzt werden. Die Herstellung eines Hausanschlusses kann über eine Kernbohrung in der Außenwand (bspw. im Kellerbereich) des Gebäudes erfolgen.

Das Spülbohrverfahren

Im Zuge des Einsatzes des Horizontalspülbohrverfahrens wird ein Pilotbohrloch mittels gesteuertem Vortrieb unter permanenter Ortung des Bohrkopfes zwischen einer Start- und Zielgrube hergestellt. Dieses Bohrloch wird anschließend im Rückwärtsgang je nach erforderlicher Dimension ausgeweitet und ein Kabelschutzrohr in den so hergestellten Bohrkanal eingezogen. Im Unterschied zur Verlegung mittels Erdrakete kann der Verlauf der Erdröhre abweichend von einer geraden Verbindung gelenkt werden.

Verlegung auf Masten

Eine oberirdische Verlegung von Glasfaserkabeln als Luftpfeiler auf Masten und anderen Tragwerken findet Anwendung, wenn unwegsames Gelände zu überbrücken oder dünn besiedelte Regionen kostengünstig anzubinden sind. Diese Verlegeart kann auch zur Überbrückung für eine später geplante unterirdische Verlegung von Glasfaserkabeln

eingesetzt werden. Der Vorteil dieser Verlegetechnik liegt darin, dass bestehende oder neu errichtete Mastinfrastruktur genutzt werden und kostenintensive Tiefbauarbeiten entfallen.

Verlegung mit Cable Runner Technologie

Beim System Cablerunner handelt es sich um eine Montage von Rohrleitungen (Leerverrohrungen) in Abwasserkanälen. Hierbei wird zwischen der Montage in begehbaren Querschnitten und in unbegehbaren Querschnitten einschließlich Hausanschlüssen unterschieden. In den begehbaren Querschnitten wird ein Kabelkanal von Hand im Kämpferbereich montiert, in dem nach Erfordernis des Auftraggebers ein „Modulares Kabelsystem“ (Bündel aus 5 mm Einblasrohren), eine Leerverrohrung oder Einzelkabel verlegt werden können.

In unbegehbaren Querschnitten (Durchmesser 250 – 800 mm) kann ein Kabelkanal mit einem Verlegeroboter an den Kanalfirsten montiert werden. Dieser Kabelkanal bietet Platz für zwei Leerverrohrungen oder Modulare Kabelsysteme. Abzweigungen für einzelne Hausanschlüsse sind realisierbar.

Für Hausanschlüsse werden einzelne Einblasrohre an den Kanalfirsten angebracht und kurz vor der Putzöffnung im anzuschließenden Objekt aus dem Kanal dicht ausgeleitet. Die Sicherung des Einblasrohres erfolgt mittels eines Inliners, die verbleibenden Hohlräume werden mit Kunstharz verfüllt.

Eine deutliche Kostenreduktion im Sinne der Kostensenkungsrichtlinie der Europäischen Kommission kann durch Nutzung von Potenzialen einer Mitbenutzung bspw. durch Mitverlegung mit anderen Tiefbauvorhaben sowie Mitnutzung bestehender passiver physischer Infrastrukturen erzielt werden.

Kabeltypen

In der folgenden Tabelle sind Empfehlungen zu den Mindestwerten der Faseranzahl angeführt. Es wird empfohlen, im Außen- und Innenbereich ausschließlich Singlemode-Fasern der Spezifikation G652.D, G657.A1, G657.A2, G657.B2, G657.B3 oder besser zu verwenden. Der Farbcode der Fasern und der Bündeladern soll der ÖNORM EN 60794-Sentsprechen.

Tabelle 2 Empfehlungen zur Faseranzahl in einem P2P- und P2MP-Netz

Beschreibung	Mindestanzahl
Zubringerleitung	min. 96 Fasern
Hauptleitung	48 Fasern oder die zweifache Menge der Wohneinheiten als Faseranzahl zzgl. 20 Prozent Reserve, Berücksichtigung eines Planungswerts für die Einbeziehung von Anschlüssen für EPU's, KMUs, land- bzw. forstwirtschaftliche Betriebe sowie Fischereibetriebe und öffentliche Einrichtungen und Nutzung für bis zu drei weiteren Anbietern gemäß SRL der BBA2030
Einfamilienhaus	4 Fasern
Mehrfamilienhaus	Faseranzahl = (Anzahl Wohneinheiten + 1)*2
Kleinstunternehmen	4 Fasern
KMUs	4-12 Fasern
Mobilfunk-Sendestandorte	12 Fasern

CE-Kennzeichnung

Bei den baulichen Komponenten für Glasfasernetze handelt es sich um Bauprodukte, für die die EU-Verordnung Nr. 305/2011 (VO (EU) Nr. 305/2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten gilt. Diese Verordnung legt die Bedingungen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten oder ihre Bereitstellung auf dem Europäischen Binnenmarkt fest.

Für die Bereitstellung von elektrischen Betriebsmitteln wie Leerrohren regelt die Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU (siehe ÖVE/ÖNORM EN 61386-24 und ÖVE/ÖNORM EN 61386-22) welche Grundsätze und Musterbestimmungen eingehalten werden müssen, um einen gefahrlosen Betrieb zu ermöglichen.

Für das Inverkehrbringen von elektrischen Betriebsmitteln auf den Markt der Union ist eine CE-Kennzeichnung verpflichtend vorgeschrieben, für die der Hersteller eine EU-Konformitätserklärung erstellt hat. Für die Kennzeichnung ist jeweils der Hersteller eines Produkts verantwortlich. Mit Anbringung des CE-Kennzeichens wird das Einhalten sämtlicher Sicherheitsziele bestätigt. Es wird somit stets eine Konformität mit den

Richtlinien sichergestellt. Zu beachten sind die jeweils unterschiedlichen nationalen Umsetzungen von EU-Richtlinien der einzelnen Mitgliedsstaaten.

Normen, Industriestandards, Richtlinien

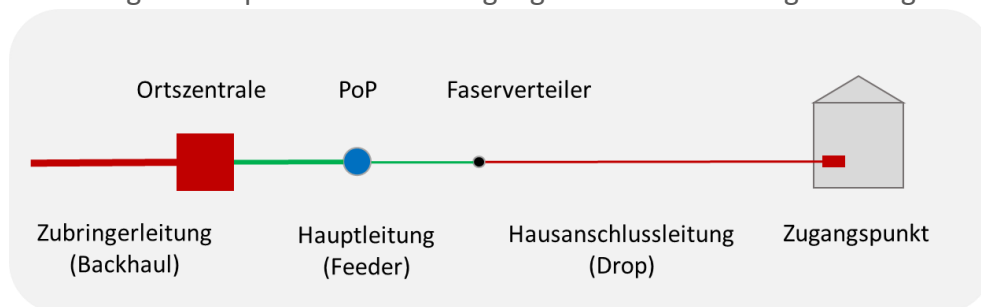
Ultraschnelle Breitbandnetze benötigen geeignete passive physische Infrastrukturen, somit eine Leerrohrinfrastruktur, welche die Glasfaserkabel aufnehmen können. Die technischen Parameter der Leerrohrinfrastruktur ermöglichen deren ordnungsgemäße Nutzung über einen Zeitraum von zumindest 50 Jahren und die von Glasfaserkabeln von mindestens 25 Jahren. Für deren Errichtung und Betrieb sind ausschließlich Komponenten in geprüfter und zertifizierter Qualität zu verwenden, damit betraute Firmen verfügen nachweislich über die fach einschlägigen Kompetenzen und Erfahrungen und erfüllen die Verlegevorschriften der Hersteller.

Der schriftliche Nachweis über die Einhaltung der im Anhang angeführten Normen ist mittels Zertifikaten unabhängiger Prüfinstitute nachzuweisen. Diese sind insbesondere im Zusammenhang mit den Förderungsprogrammen des Bundes beizubringen. Die Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS) sind verbindlich einzuhalten.

2 Elemente des Zugangsnetzes

Glasfaserbasierte Zugangsnetze bestehen aus passiven Elementen wie etwa Leerrohren, Masten, unbeschalteten Glasfaserleitungen, Straßenverteilerkästen und Einstiegsschächten sowie aus aktiven Elementen wie Transponder, Router und Switches, Funk-Basisstationen, etc... Die passiven Elemente eines Glasfaser-Zugangsnetzes setzen sich zusammen aus der Ortszentrale, der Hauptleitung (dem Feeder), dem PoP, dem Faserverteiler, der Hausanschlussleitung (Drop), der Hauseinführung und dem Zugangspunkt zu den gebäudeinternen physischen Infrastrukturen. Die Zubringerleitung als Bestandteil des Zubringernetzes bindet das Zugangsnetz an die nächsthöhere Netzebene – dem Backhaul oder das Kernnetz (Backbone) an oder verbindet Zugangsnetze untereinander.

Abbildung 2 Prinzip des Glasfaser-Zugangsnetzes mit Zubringerleitung



Quelle: Bundesministerium für Finanzen (BMF)

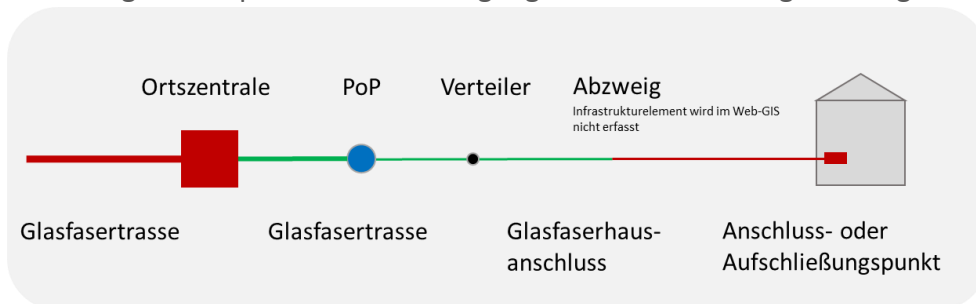
Die Ortszentrale wird zumeist als Synonym mit Point of Presence (PoP) bezeichnet, unterscheidet sich jedoch in ihrer baulichen Ausgestaltung (Größe, klimatechnische Einrichtungen, Kollokationsflächen/-räume für Dritte) und hierarchischer Positionierung (wie den Anschlüssen an Zubringernetze) von einem PoP im Glasfaser-Zugangsnetz. Der Feeder verbindet die Ortszentrale bzw. PoP mit dem Faserverteiler. Faserverteiler sind in der Regel passive Konzentrationspunkte wo Faserbündel des Feeder-Kabels auf Drop-Kabel bis zum Zugangspunkt des jeweiligen Gebäudes der Endkunden umgesetzt (via Spleiß oder ODF-Patch) werden.

Bei der Planung, Errichtung und Ausgestaltung des Glasfaser-Zugangsnetzes und der PoPs im Rahmen der Breitbandförderung sind die Erfordernisse eines offenen, fairen und diskriminierungsfreien Zugangs für Dritte anhand eines Standardangebots vorzusehen.

Faserverteiler können in oberirdischer Bauform als Straßenschrank oder unterirdisch als Unterflurschacht ausgeführt werden. Beim Zugangspunkt zu den gebäudeinternen physischen Infrastrukturen handelt es sich um einen physischen Punkt innerhalb oder außerhalb des Gebäudes, der für Bereitsteller eines öffentlichen Kommunikationsnetzes zugänglich ist (Stichwort: Zugangspunkt für Dritte) und den Anschluss an die gebäudeinternen physischen Infrastrukturen ermöglicht. Dieser wird über das Drop-Kabel mit dem Faserverteiler verbunden.

Im Web-GIS-Förderungsportal findet sich die Grundstruktur von Zugangs- und Zubringernetzen wieder, jedoch werden einzelne Elemente des Zugangsnetzes zusammengefasst, wie ein Vergleich der Abbildung 2 mit Abbildung 3 zeigt. Die Elemente des Feeders (Glasfaser, Rohre, Grabung) und der Zubringerleitung werden unter der Bezeichnung Glasfasertrasse zusammengefasst. Die Hausanschlussleitung wird als Glasfaserhausanschluss und der Zugangspunkt zu den gebäudeinternen physischen Infrastrukturen als Anschluss- bzw. Aufschließungspunkt bezeichnet. Die Berücksichtigung von gebäudeinternen physischen Infrastrukturen entfällt im WebGIS BBA2030 zur Gänze.

Abbildung 3 Prinzip des Glasfaser-Zugangsnetzes mit Zubringerleitung im WebGIS

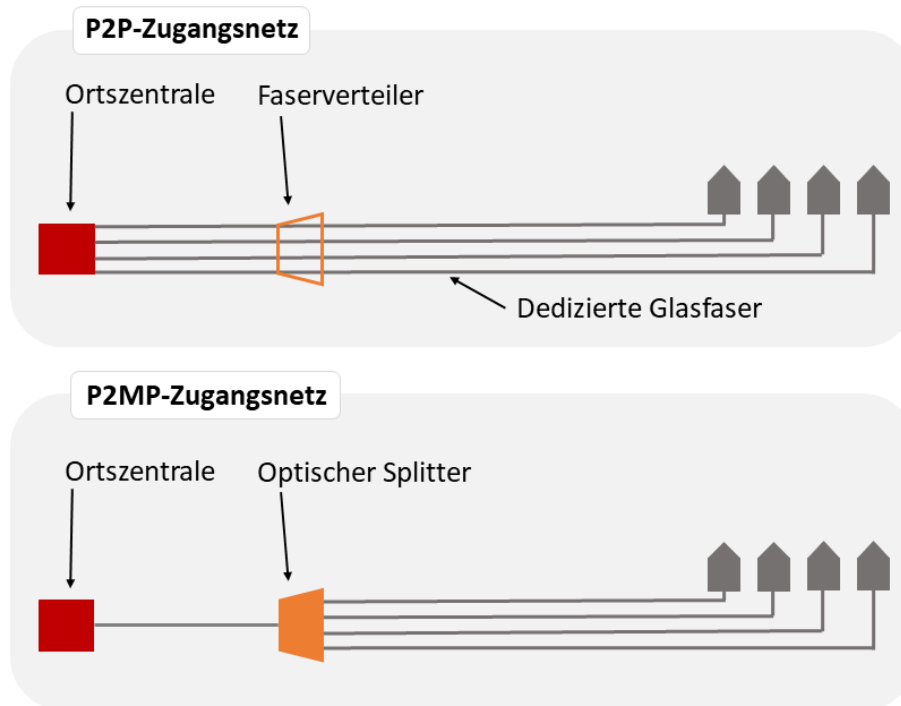


Quelle: Bundesministerium für Finanzen (BMF)

Die technische Umsetzung des Zugangsnetzes kann als Point to Point- (P2P) bzw. Point to Multipoint- (P2MP) Variante erfolgen (Abbildung 4). P2P-Netze zeichnen sich durch eine durchgängige, sternförmige Streckenführung mit Glasfasern von den aktiven Netzknoten bis zu den Endkundenanschlüssen aus. Dem gegenüber verstehen sich andere Arten wie beispielsweise einer mittels optischer Splitter unterbrochenen Streckenführung von, baumförmigen, Point to Multipoint (P2MP) Netzen. Dabei befinden sich die Splitter in der Regel nicht auf den Standorten von aktiven Netzknoten. Mit Hinweis auf die beihilferechtlichen Grundlagen der Förderungsinstrumente und insbesondere auf die

dabei zugrunde liegende Beihilfeleitlinie der Europäischen Kommission⁴ kommt bei derzeitigem Stand der Marktentwicklung dem Wettbewerb ein P2P- gegenüber einem P2MP-Zugangsnetz stärker zugute.

Abbildung 4 Varianten des glasfaserbasierten Zugangsnetzes



Quelle: Bundesministerium für Finanzen (BMF)

Im Fall eines P2P-Zugangsnetzes ist jeder einzelne Endkundenanschluss mit dedizierten Glasfasern bis zu den aktiven Netzknoten durchgängig verbunden. Die Glasfasern des Endkunden können zur Erfüllung der Anforderung eines umfassenden und effektiven physischen Vorleistungsangebots durch die Beihilfeempfänger von weiteren Zugangssuchenden unabhängig voneinander genutzt werden.

In P2MP-Zugangsnetzen werden passive optische Bauteile, die Splitter, im Regelfall in der Ortszentrale, in einem Point of Presence (PoP) oder einer noch näher in Richtung der Endkunden gelegenen Einrichtung eingesetzt. Zur Erfüllung der Anforderung eines umfassenden und effektiven physischen Vorleistungsangebots in geförderten

⁴ Leitlinien der EU für die Anwendung der Vorschriften über staatliche Beihilfen im Zusammenhang mit dem schnellen Breitbandausbau (2013/C 25/01), Rn 78 d)

Ausbauvorhaben ist bei P2MP-Zugangsnetzen den Zugangssuchenden Dritten ein nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien ausgewogenes Ausmaß an Glasfasern von den Endkundenanschlüssen bis zu den aktiven Netzknoten durch die Beihilfeempfängerinnen und Beihilfeempfänger zur Verfügung zu stellen. Dabei wird die Erzielung einer Take-Up-Rate der aktuellen sowie zukünftigen potentiell adressierbaren Endkundenanschlüsse bei physischer Entbündelung von in Summe zumindest 50 Prozent der zugangssuchenden Dritten gewährleistet.

Ein P2MP-Zugangsnetz wird auch als Gigabit Passive Optical Network (GPON) bezeichnet. Die weitere technologische Evolution stellt XGS-PON (mit Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 10 Gbit/s symmetrisch) und 50G-PON (mit Geschwindigkeiten bis zu 50 Gbit/s symmetrisch) dar.

In Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten kann sich der passive Splitter auch sehr nahe bei den Endkunden bspw. am Zugangspunkt der gebäudeinternen physischen Infrastrukturen befinden. Der passive optische Splitter verteilt das Lichtsignal einer Glasfaser auf mehrere Ausgänge. Jede Optical Network Termination (ONT) beim Endkunden empfängt das gleiche Lichtsignal, kann jedoch nur die für den Endkunden bestimmten Daten entschlüsseln. Beispielsweise wird bei XGS-PON mit einer 1x16-Split-Konfiguration das einfallende Lichtsignal auf 16 einzelnen Glasfaserkabeln zu den Endkunden übertragen. Die Gesamtbandbreite am Eingang des Splitters wird auf die 16 Ausgangsfasern aufgeteilt, z.B. stehen bei einer Downloadrate von 10 Gbit/s am Eingang eines 1x16-Splitters an den Ausgängen für die Endkunden gleichzeitig jeweils maximal 625 Mbit/s im Download zur Verfügung.

Homes Passed

Bezeichnet werden damit Infrastrukturen, die physisch bis zur Grenze eines Grundstücks reichen oder daran vorbeiführen und eine physische Anbindung sämtlicher darauf befindlichen bzw. erwartbaren Haushalten sowie Bereiche mit besonderem sozioökonomischem Schwerpunkt (Unternehmen, öffentliche Einrichtungen etc.) mittelbar gegen ein reguläres, marktübliches Herstellungsentgelt sowie eine entsprechende Herstellungszeit ermöglichen. Dabei werden ausreichend Kapazitäten für weitere Anschlüsse auf demselben Grundstück vorgehalten.

In der Web-GIS-Anwendung wird dies anhand eines Anschluss- oder AufschlieÙungspunktes eingezeichnet, ohne jedoch den Glasfaserhausanschluss zu berücksichtigen.

Homes Connected

Hierbei handelt es sich um Infrastrukturen, die eine physische Anbindung sämtlicher Haushalte sowie Bereiche mit besonderem sozioökonomischem Schwerpunkt (Unternehmen, öffentliche Einrichtungen etc.) auf einem Grundstück unmittelbar und ohne weitere Investitionen oder Herstellungsarbeiten ermöglichen. Der optische Netzabschluss ist ebenfalls beim Endnutzer installiert und funktionsfähig. Ein Kundenanschluss kann somit jederzeit von einem ISP (Internet Service Provider) auf Anfrage eines Endnutzers hergestellt werden. Weiter sind ausreichend Kapazitäten für weitere Anschlüsse auf demselben Grundstück vorgehalten.

In der Web-GIS-Anwendung entspricht der Begriff Homes Connected einem Glasfaserhausanschluss einschließlich dem Anschluss- oder AufschlieÙungspunkt.

Bei G.Fast werden für die Datenübertragung kupferbasierte Telefonleitungen verwendet.

Der Begriff Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS) umfasst ein Verfahren zur Datenübertragung über Koaxialkabel. Unter Verwendung bereits vorhandener Koaxialleitungen am Endkundenabschnitt können hohe Datenübertragungsraten erreicht werden.

Als technische Voraussetzung zur Realisierung von gigabitfähigen Endkundenanschlüssen werden glasfaserbasierte Zugangsnetze in die räumliche Nähe der Endkunden geführt und als Fiber to the Curb (FTTC) oder Fiber to the Distribution Point (FTTdp) Anbindung bezeichnet (Tabelle 3). Diese Technologie kann auch in Mehrfamilienhäusern für die Versorgung über die gebäudeinternen physischen Infrastrukturen erfolgen. In diesem Fall wird die Glasfaser beim Zugangspunkt im Gebäude angeschlossen und die bestehende interne Gebäudeverkabelung für die Anbindung des Netzabschlusspunktes verwendet.

Bei Fixed Wireless Access Netzen (FWA) reicht die Glasfaseranbindung bis zum Sendestandort und versorgt mittels Funkanbindung die Endkunden. Dabei handelt es sich um ein gemeinsam genutztes funkbasiertes Medium, in dem sich alle versorgten Nutzer die insgesamt zur Verfügung stehende Gesamtdatenrate des Funkbereiches teilen.

Tabelle 3 Ausprägungen von Glasfaser-Zugangsnetzen

Abkürzung	Begriff	Beschreibung
FTTP	FTTH Fiber to the Home	Die Glasfasern reichen bis in die Räumlichkeiten der Endkunden.
	FTTB Fiber to the Building	Die Glasfasern enden innerhalb bzw. in unmittelbarer Nähe einzelner Gebäude bzw. Haushalte von Endkunden.
FTTC	Fiber to the Curb oder Fiber to the Cabinet	Die Glasfasern werden in den Nahbereich zu den Gebäuden von Endkunden geführt.
FTTdp, FTTS	Fiber to the Distribution Point, Fiber to the Street	Die Glasfasern werden bis zu einem Faserverteiler in unmittelbarer Nähe zu den Gebäuden von Endkunden geführt. Der Begriff FTTdp wird analog zu FTTS verwendet.

3 Gebäudeinterne Infrastruktur

3.1 Gebäudezuführung und Zugangsbereich

Ausgehend vom Faserverteiler wird das Drop-Kabel in einem erdverlegbaren Mikrorohrverband entlang der Straße, üblicherweise im Bereich des Gehsteiges geführt. Von diesem zweigt jeweils ein einzelnes Mikrorohr zum Bereich der Gebäudezuführung, ausgehend von der Grundstücksgrenze bis zur Gebäudehülle ab. Dieses führt über die Hauseinführung weiter zu einem innerhalb des Gebäudes gelegenen Zugangsbereiches hin zum physischen Zugangspunkt zu den gebäudeinternen physischen Infrastrukturen⁵. Ist das Gebäude nicht unterkellert, kann die Hauseinführung oberirdisch umgesetzt werden.

Dieser Zugangspunkt ermöglicht den Betreibern⁶ von Kommunikationsdiensten den Zugang zur gebäudeinternen physischen Infrastruktur⁷ bis zu den Netzabschlusspunkten bei den Endkunden. Der Zugangspunkt ist ein Hausanschlusskasten, es handelt sich dabei um eine Spleißkassette, in der die Fasern des Außen- und Innenkabels durch Fusionsspleiße miteinander verbunden werden. Dies befindet sich nach Möglichkeit in räumlicher Nähe zur vertikalen Verkabelung, den sogenannten Steigleitungen. Eine weitere Ausführungsform wäre die Verbindung von Außen- und Innenkabeln über LWL-Steckverbindungen, die eine lösbare Trennstelle für Messungen und Fehlersuche ermöglichen. Spleißkassetten befinden sich meist in einem Gehäuse, wo Überlängen von Bündeladern abgelegt werden können. Die Spleißkassette muss Platz für zumindest vier Spleiße sowie eine Zugentlastung bieten. Faserüberlängen werden in der Spleißkassette selbst oder in einem dafür vorgesehenen Überlängenspeicher abgelegt, dabei muss die Faser immer mechanisch geschützt sein.

Nach den Vorgaben der Kostensenkungsrichtlinie und deren konkreten Umsetzungen innerhalb des Baurechts auf der jeweiligen Landesebene ist bei einer Neuerrichtung von Gebäuden ein Glasfaser-Anschluss vorzubereiten. Dazu ist von der Grundstücksgrenze bis zum geplanten Zugangspunkt mindestens ein (erdverlegbares) Mikrorohr mit Innenriefung zu verlegen, in welches zu einem späteren Zeitpunkt ein LWL-Kabel vom Faserverteiler bis

⁵ Begriffsbestimmungen nach § 4 Z. 57 TKG 2021 idgF.

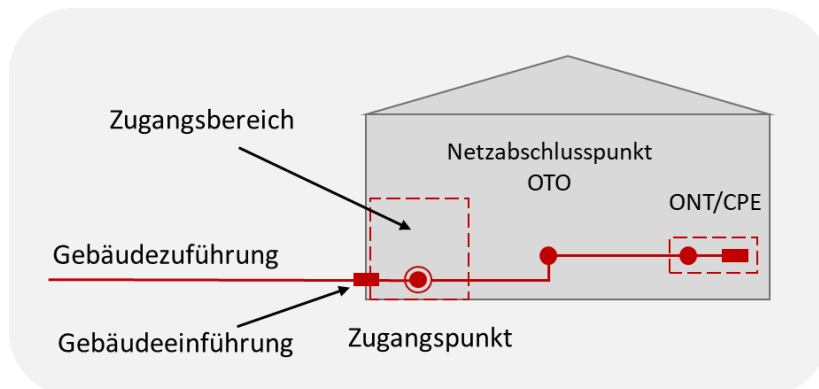
⁶ Begriffsbestimmungen nach § 4 Z. 25 TKG 2021 idgF.

⁷ Begriffsbestimmungen nach § 4 Z. 54 TKG 2021 idgF.

in den Keller eingeblasen werden kann. Das Mikrorohr ist an beiden Endpunkten wasserdicht abzuschließen. Die Ausführung der Mikrorohre wird vom Bereitsteller des Kommunikationsnetzes vorgegeben. Es ist auch zulässig, dass ein Mikrorohr nicht direkt erdverlegt, sondern in ein größeres Kabelschutzrohr oder Multirohr eingeschoben wird.

Bei Neubauten von größeren Mehrfamilienhäusern wird der Zugangspunkt in einem eigenen, leicht zugänglichen Zugangsbereich, dem Systemraum oder einer geeigneten Nebenfläche platziert. In diesem Zugangsbereich befinden sich die Zugangspunkte der Betreiber, der Gebäudeverteiler und je nach Art der Zugangstechnologie auch aktives Equipment. Bei Mehrfamilienhäusern wird der Zugang zu diesem eigens versperrten Bereich meist über einen Schlüsseltresor im Eingangsbereich des Hauses ermöglicht. Das Gehäuse von Zugangspunkten zur gebäudeinternen physischen Infrastruktur muss versperrbar sein um es vor Vandalismus zu schützen.

Abbildung 5 Elemente der gigabitfähigen gebäudeinternen Infrastruktur



Quelle: Bundesministerium Finanzen (BMF)

3.2 Gebäudeverkabelung

Die Gebäudeverkabelung stellt jenen Teil des Glasfaser-Zugangsnetzes im Gebäudebereich dar, der vom Zugangspunkt zur gebäudeinternen physischen Infrastruktur bis zum Wohnungsverteiler der Endnutzer führt. Für diesen Abschnitt sind die Gebäudeeigentümerin bzw. der Gebäudeeigentümer sowie die Hausgemeinschaft zuständig. Der Gebäudebereich untergliedert sich in den Gebäudeverteiler, die Steigzone, den Etagenverteiler und eine Etagenverkabelung. Die Steigzone ist der Teil der Gebäudeverkabelung, welche vom Gebäudeverteiler zum Etagenverteiler bzw. Wohnungsverteiler führt. Die Kabel, die in eine Steigzone eingebracht werden, sollten bei Fehlern oder am Ende der Lebensdauer ausgetauscht werden können. Deshalb werden

Kabel in Kabelführungen verlegt, beispielsweise in Wellrohren/Wellschläuchen, glatten Installationsrohren, einblasfähigen Mikrorohren, Steigschächten, Kabelkanälen und Kabelrinnen oder Gitterrinnen. Die vom Zugangspunkt zur gebäudeinternen physischen Infrastruktur über die Einrichtungen des Gebäudebereiches in jede Wohnung geführten Fasern münden am Netzabschlusspunkt⁸ in einer optischen Anschlussdose (OTO). Von der Anschlussdose wird das Signal an den optischen Netzabschluss (ONT) und an das Endnutzengerät (CPE) geführt. Die beiden Letztgenannten können auch in einem Gerät integriert sein. Das Endnutzengerät (CPE) kann hierbei vom Internet Service Provider (ISP), Communication Service Provider (CSP) oder ein Service Gateway (SGW) vom Endkunden sein.

⁸ Begriffsbestimmungen nach § 4 Z. 10 TKG 2021 idgF.

4 Projektplanung

Neben den Aspekten der allgemeinen und besonderen Förderungsbedingungen wie auch der Anforderungen an das Förderungsansuchen ausgedrückt in den Sonderrichtlinien, sollen nachstehende Ausführungen darüberhinausgehende Empfehlungen aufzeigen.

Zum Zweck der Reduktion von Investitionskosten wird eine möglichst frühzeitig durchgeführte Evaluierung und gegebenenfalls Berücksichtigung aller Arten von Synergiepotenzialen einer Mitbenutzung (mit Hinblick der Unterkategorien einer Mitverlegung bzw. Mitnutzung) sowohl der eigenen wie auch fremder passiver physischer Infrastrukturen im Zuge von Ausbauprojekten empfohlen.

Zur Erreichung einer höchstmöglichen qualitativen und quantitativen Ausprägung in allen Belangen der Planung, der Errichtung und des Betriebs von Ausbauprojekten (insbesondere hinsichtlich eingesetzter Materialien sowie der Ausführung unterschiedlicher ober- wie unterirdischer Verlegearten) sind Best Practices, Standards bzw. Normen anzuwenden. Insbesondere hingewiesen wird auf den Aspekt der Planungsqualität nach einer nachhaltigen, dauerhaften und standfesten Ausführung von Errichtungen im Zuge des Vorhabens. Zu bevorzugen sind künettenbezogene gegenüber alternativen Verlegearten, eine qualitativ hochwertige Ausführung aller Teile des Vorhabens (Errichtungen und Mitbenutzungen) wie beispielsweise Streckenführungen, Gebäudeobjekte, Verteil- und Zugangspunkte sowie die Einhaltung der Do-No-Significant-Harm-Kriterien der Europäischen Union. Gerade in Hinblick auf die Verwendung von Mikrorohrverbänden und Mikrorohren sind die normativen Vorgaben insbesondere bezüglich UV-Beständigkeit, Dauerdruckfestigkeit und Zeitstandfestigkeit verpflichtend einzuhalten. Muffen und Endstopfen bei Rohren müssen gas- und wasserdicht, lösbar sowie zug- und druckfest (Berstdruck) sein. Ein Abdichtelement zwischen Mikrorohr und Kabelmuss vor Erreichen eines definierten Prüfdrucks abblasen, um ein Bersten der Rohre zu verhindern. Dies betrifft das eigene Umfeld wie auch jenes von Dritten.

Die Errichtung und der Betrieb offener Netze, sogenannter Open Access Netze, erfolgt auf der Grundlage einer flexiblen und offenen Netzarchitektur mit einer Wertschöpfung auf den konkreten Stufen der passiven physischen Infrastruktur, dem aktiven Betrieb und den Diensten. Berücksichtigung finden dabei unterschiedliche Ausprägungen an Geschäftsmodellen offener Netze.

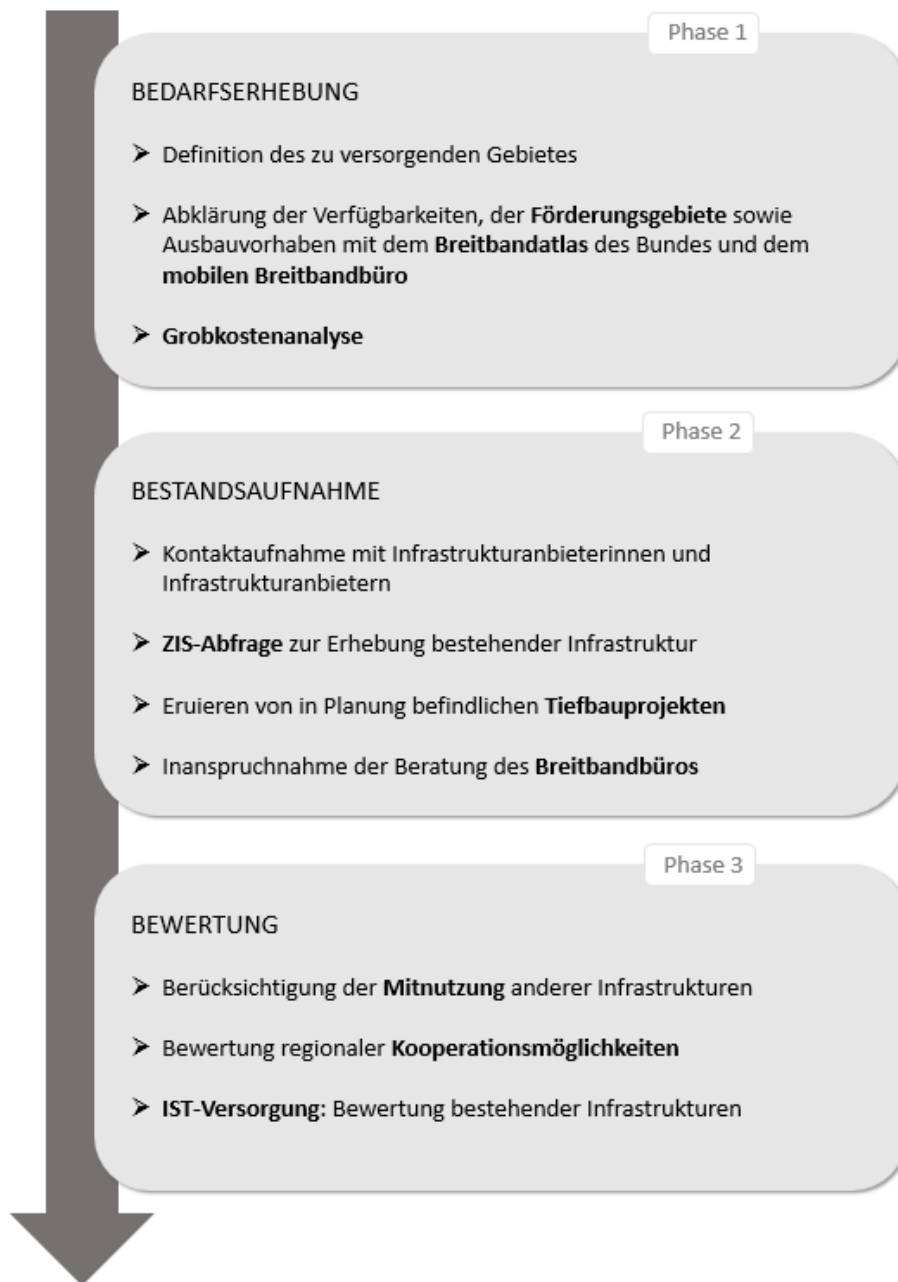
Tabelle 4 Geschäftsmodelle eines glasfaserbasierten Zugangsnetzes

Wertschöpfungsstufen	Vertikal integriert	Vertikal separiert (3LOM)	Passive Teilung (PLOM)	Aktive Teilung (ALOM)
Diensteebene	Vertikal integrierter Anbieter	Diensteanbieter (SP)	Diensteanbieter (SP) und Netzanbieter (NP)	Diensteanbieter
Aktive Netzebene		Netzanbieter (NP)		Netzanbieter (NP) und Eigentümer einer gigabitfähigen Infrastruktur (PIP)
Passive Netzebene		Eigentümer einer gigabitfähigen Infrastruktur (PIP)	Eigentümer einer gigabitfähigen Infrastruktur (PIP)	

Die Prozessschritte eines Ausbauvorhabens in Abbildung 6 geben einen Überblick über die Phasen der Aktivitäten, die den Bedarf und Bestand erheben, analysieren sowie eine abschließende Bewertung vornehmen. Die Bestands- und Bedarfserhebung ist eine wichtige Voraussetzung, um die Größe und den Umfang des voraussichtlichen Ausbauvorhabens darzustellen und zu bewerten.

Mitverlegungsmöglichkeiten im Zuge anderer Tiefbaumaßnahmen wie Kanalbauten, Energie- und Wasserversorgung oder Mitnutzungsmöglichkeiten von bestehender Infrastruktur die für Telekommunikationszwecke geeignet ist, reduzieren die Kosten des geplanten Ausbauvorhabens und müssen deshalb sorgfältig geprüft werden. Im Vorfeld eines geplanten FTTx-Projektes sollte sichergestellt werden, dass möglichst viele Kunden das neue Angebot auch nutzen werden. Die Zahlen aus der Praxis empfehlen die Erreichung einer sog. Take-Up-Rate der Endkunden im Ausmaß zwischen 40 und 60 Prozent.

Abbildung 6 Prozessschritte des Ausbauvorhabens



Quelle: Bundesministerium für Finanzen (BMF)

5 Normen, Industriestandards

Lichtwellenleiter/ Lichtwellenleiterkabel

ÖNORM EN 60794-5 Lichtwellenleiterkabel – Teil 5-20: Lichtwellenleiterkabel – Teil 5-20: Familienspezifikation für Mikrorohr-LWL-Einheiten, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre zur Installation durch Einblasen für die Anwendung im Freien (IEC 60794-5-20:2014)

ÖNORM EN 60794-3-11 Lichtwellenleiterkabel – Teil 3-11: Außenkabel – Bauartspezifikation für Einmoden-LWL-Fernmeldeluftkabel für Röhren- und direkte Erdverlegung sowie zur Befestigung an Freileitungen oder Seilen (IEC 60794-3-11:2010)

ÖNORM EN 60794-2-20 Lichtwellenleiterkabel – Teil 2-20: LWL-Innenkabel – Familienspezifikation für Mehrfaser-Lichtwellenleiterkabel (IEC 60794-2-20:2013)

ÖNORM ÖVE E8120 Verlegung von Energie-, Steuer- und Messkabel

ITU-T G.652 Standard-Singlemode-Faser für CWDM-Systeme: Revision D (Empfehlung)
ITU-T G.657 Biegeunempfindliche Singlemode-Faser für FTTH-Systeme: Revision A1/ A2/ B2/ B3 (Empfehlung)

Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall

DIN EN 61034-2-VDE 0482-1034-2 Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen – Teil 2: Prüfverfahren und Anforderungen

Mikrorohre

DIN 16874 Rohre aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für die erdverlegte Telekommunikation – Maße und technische Lieferbedingungen

ÖVE/ÖNORM EN 61386-24 Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Energie und für Informationen – Teil 24: Besondere Anforderungen für erdverlegte Elektroinstallationsrohrsysteme

DIN ÖVE/ÖNORM EN 61386-22 Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Energie und für Informationen – Teil 22: Besondere Anforderungen für biegsame Elektroinstallationsrohrsysteme

DIN 1451-1 Schriften – Serifenlose Linear-Antiqua – Allgemeines (Empfehlung)

ÖVE/ÖNORM EN 50411-2-8 LWL-Spleißkassetten und -Muffen für die Anwendung in LWL-Kommunikationssystemen – Produktnormen – Teil 2-8: ABFMikrorohrverbinder, Bauart 1

Prüfungen an Mikrorohren

ÖNORM EN ISO 4892-2 Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2013 + Amd 1:2021)

ÖNORM EN 50600-2-4 Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren – Teil 2-4: Infrastruktur der Telekommunikationsverkabelung

Steckmuffen und Endstopfen

DIN ÖVE/ÖNORM EN 50411-2-8 LWL-Spleißkassetten und -Muffen für die Anwendung in LWL-Kommunikationssystemen – Produktnormen – Teil 2-8: ABF Mikrorohrverbinder, Bauart 1 (anwendbar sohin auch für Doppelsteckmuffen und Endstopfen)

Bundesministerium für Finanzen

Johannesgasse 5, 1010 Wien

bmf.gv.at