



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bausteine für Netzinfrastrukturen von Gebäuden

Breitbandausbau hochgeschwindigkeitsfähiger Inhouse-Netze
nach § 77k TKG Abs. 4 (Neubau)

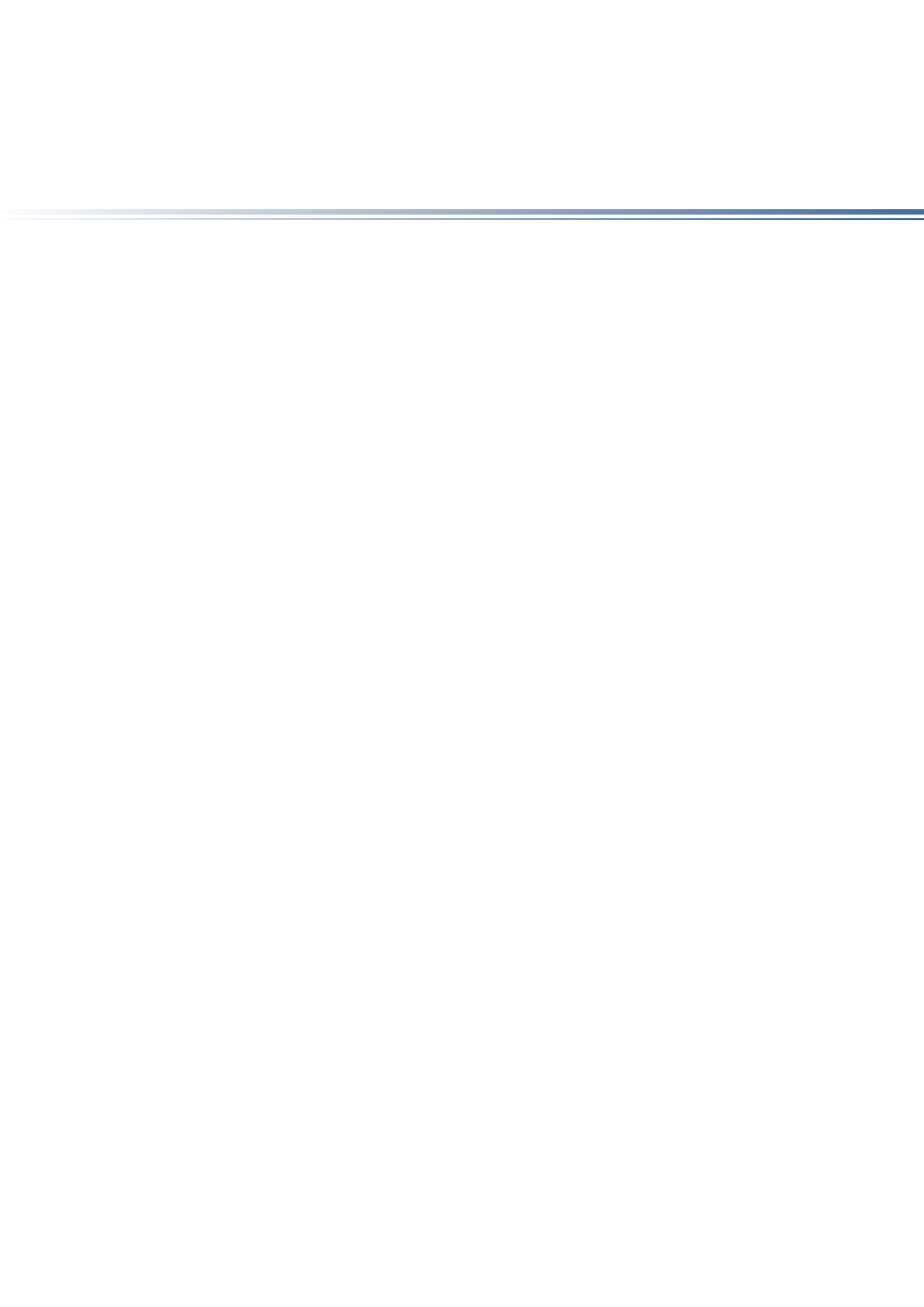
Eine Handreichung der PG-Technik der UAG Inhouse des
Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur



Bausteine für Netzinfrastrukturen von Gebäuden

Breitbandausbau hochgeschwindigkeitsfähiger Inhouse-Netze
nach § 77k TKG Abs. 4 (Neubau)

Eine Handreichung der PG-Technik der UAG Inhouse des
Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur



Inhalt

1	Vorwort (Hinweise auf derzeitigen § 77k)	5
2	Einführung zur Handhabung der Handreichung	6
3	Abkürzungsverzeichnis und Begriffserklärungen	7
3.1.	Abkürzungsverzeichnis	7
3.2.	Begriffe	9
4	Grundlagen der Handreichung für Neubauten	13
4.1	Referenzmodelle/Übersichten	15
4.1.1	HFC-Netzinfrastruktur	15
4.1.2	Glasfaserinfrastruktur	16
4.1.3	Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur	20
4.2	Hauszuführung	21
4.3	Hauseinführung	27
4.4	Übergabepunkt/Abschlusspunkt	31
4.5	Gebäudeverteiler	35
4.6	Etagenverteiler	39
4.7	Mikrorohr-, Elektroinstallationsrohr- und Kabelarten im Gebäude	40
4.8	Bauordnungsrecht und Brandschutz	44
5	Richtlinien und Bestimmungen	52
6	Anhang	54
6.1	Tabelle zum Platzbedarf (Neubau) von ÜPs, Gebäudeverteilern und Komponenten	54
6.2	Gängige Steckertypen für die Glasfaserverteilung	55
6.3	Klassifizierung für Elektroinstallations- und Mikrorohre (nach EN 61386)	56
6.4	Entscheidungsdiagramme	57
6.4.1	Übersicht der Entscheidungen nach Breitbandregion	57
6.4.2	Breitbandregion 1	58
6.4.3	Breitbandregion 2	59
6.4.4	Breitbandregion 3	60
6.4.5	*Blackbox „Platzbedarf/Inhouse-Verteilung“	61
6.5	Mitwirkende	62

1 Vorwort

Schnelles Internet ist heute ebenso unabdingbare Voraussetzung für Wohnqualität, wie Energie-, Wärme, Wasser und Abwasser. Voraussetzung hierfür sind jedoch nicht nur eine gute Netzanbindung der Gebäude, sondern auch moderne, hochgeschwindigkeitsfähige Netzinfrastrukturen im Gebäude.

Während die Telekommunikationsanbieter ihre Netze seit Jahren immer weiter aufrüsten und die Bundesregierung bereits flächendeckende Gigabitnetze bis 2025 zum Ziel erklärt hat, fehlt es bislang jedoch an verbindlichen praxisnahen Vorgaben zur Planung und Bauausführung für gebäudeinterne Netzinfrastruktur, die den künftigen Bandbreiten nachhaltig gewachsen sind.

Daher treffen die hochaufgerüsteten Netze der Telekommunikationsanbieter nicht nur in Bestandsbauten, sondern auch in Neubauten regelmäßig nur auf unzureichende Netzinfrastrukturen, die entweder unterdimensioniert oder mangels Abschirmung störanfällig sind. Angebotene Telekommunikationsdienstleistungen können damit zunehmend nicht oder nicht in vollem Umfang genutzt werden. Nachrüstungen sind aufwändig, lästig und teuer.

Es ist daher wichtig, bereits beim Bau auf nachhaltige gebäudeinterne Netzinfrastruktur zu achten. Um hierfür frühzeitig geeignete Rahmenbedingungen zu setzen, hat die Bundesregierung bereits 2016 mit dem DigiNetz-Gesetz hochgeschwindigkeitsfähige Netzinfrastruktur beim Neubau von Mehrfamilienhäusern vorgeschrieben.

§ 77k TKG Netzinfrastruktur von Gebäuden

(aktueller Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Handreichung)

(4) Neu errichtete Gebäude, die über Anschlüsse für Endnutzer von Telekommunikationsdienstleistungen verfügen sollen, sind gebäudeintern bis zu den Netzabschlusspunkten mit hochgeschwindigkeitsfähigen passiven Netzinfrastrukturen sowie einem Zugangspunkt zu diesen passiven gebäudeinternen Netzkomponenten auszustatten.

[...]

(7) Die zuständigen Behörden haben darüber zu wachen, dass die nach Absatz 4 bis 6 festgesetzten Anforderungen erfüllt werden. [...]

Welche der zahlreichen Ausstattungsvarianten gebäudeinterner Netze zeitgemäß und nachhaltig sind, hat der Gesetzgeber nicht festgelegt, um der fortschreitenden Netzinnovation keine Zügel anzulegen. Eben diese Netz- und Angebotsvielfalt der Telekommunikationsbranche machen die richtige Auswahl jedoch ebenso schwer, wie die sich sprunghaft fortentwickelnde Netzinfrastruktur. Die örtlich vorhandenen Netzangebote müssen bei der Ausbauentscheidung ebenso Berücksichtigung finden, wie die durch rechts- und ordnungspolitische Vorgaben sowie die absehbare technische Entwicklung zu erwartende künftige Angebotslandschaft.

Die sich seit 2016 mit der Umsetzung des DigiNetz-Gesetzes befassende branchenübergreifende Arbeitsgruppe Digitale Netze beim BMVI hat sich den Lückenschluss von Theorie und Praxis zur Aufgabe gemacht. In der Unterarbeitsgruppe Inhouse haben Experten der Telekommunikations-, Wohnungs- und Baubranche, Vertreter des Bundes,

der Länder und der kommunalen Spitzenverbände zwei Jahre lang um eine ausgewogene und wettbewerbsneutrale Handreichung gerungen. Herausgekommen ist die vorliegende Broschüre, deren Ziel es ist, Wohnungseigentümer und Wohnungswirtschaft, Architekten und Bauausführende, Genehmigungsbehörden und Ausrüster das Handwerkszeug für eine ausgewogene Ausbauentscheidung an die Hand zu geben.

Die Broschüre begnügt sich dabei vorerst mit einer Darstellung der bautechnischen Möglichkeiten im vorgezeichneten Rechtsrahmen. Fragen des offenen Netzzugangs, der Mitnutzung durch Drittanbieter, Mitnutzungsentgelte oder Vertragsgestaltungen sind nicht Thema dieser Handreichung. Es ist allerdings beabsichtigt, die Broschüre fortlaufend zu aktualisieren und zu erweitern. Die jeweils aktuelle Fassung finden Sie auf den Webseiten des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur sowie beim Gigabitbüro des Bundes.

2 Einführung zur Handhabung der Handreichung

Diese Handreichung wendet sich an alle Planer, Architekten, Investoren, Gebäudeeigentümer, Netzbetreiber und bauausführenden Unternehmen, die an der Planung und der Realisierung von Breitband-Netzinfrastrukturen in neuen Wohngebäuden beteiligt sind. Der Fokus liegt dabei auf Mehrfamilienhäusern.

Die Handreichung dient als Entscheidungshilfe und beinhaltet – mit Ausnahme der im vorhergehenden Vorwort genannten verpflichtenden Ausstattungsmerkmale – rechtlich unverbindliche weiter gehende Empfehlungen für die Errichtung passiver und aktiver Infrastrukturen im Neubau.

Die Empfehlungen berücksichtigen unter anderem folgende Aspekte:

- die nach dem derzeitigen Telekommunikationsgesetz (TKG) erforderlichen Maßnahmen zur Vorhaltung einer passiven Inhouse-Netzinfrastruktur (vgl. Vorwort)
- die jeweils lokal bestehende Verfügbarkeit von Netzbetreibern¹ bzw. Breitband-Technologien
- unterschiedliche Infrastrukturkonzepte, wie zum Beispiel Glasfaser- und breitbandige Koaxialnetze sowie jeweilige Mischstrukturen
- technische Randbedingungen und Restriktionen
- Brandschutzaspekte
- allgemeine Kostenhinweise; dazu zählt insbesondere, die Infrastrukturen so zu planen und zu bauen, dass Nachrüstungsmaßnahmen möglichst vermieden werden

Auch wenn das Autorenteam hohen Wert darauf gelegt hat, die technischen Sachverhalte möglichst einfach darzustellen, kann der Text für den mit den technischen Grundlagen nicht Vertrauten zunächst schwer verständlich wirken. Um dem zu begegnen, sind zahlreiche Abkürzungen und Fachbegriffe in Kapitel 3 erläutert.

¹ In dieser Handreichung bezeichnet der Begriff „Netzbetreiber“ zur einfacheren Lesbarkeit die Telekommunikationsnetzbetreiber. Der Begriff „Versorgungsnetzbetreiber“ umfasst die Netzbetreiber aller Versorgungsinfrastrukturen (Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation).

Darüber hinaus empfehlen wir folgenden Umgang mit der Handreichung:

1. Lesen Sie unbedingt auch das Vorwort mit den verpflichtenden Hinweisen zur Gebäudeausstattung.
2. Verschaffen Sie sich einen grundlegenden Überblick über die bestehenden technischen Optionen auf Basis der Entscheidungsdiagramme in Anhang 6.4.
3. Informieren Sie sich über die Platzbedarfe der verschiedenen technischen Lösungen und Strukturen in der Tabelle in Anhang 6.1.
4. Sofern unklar ist, welche Netzbetreiber oder welche Breitband-Netzinfrastrukturen lokal verfügbar sind, holen Sie Informationen bei amtlichen Stellen vor Ort ein und werfen Sie unbedingt einen ergänzenden Blick in den Breitbandatlas.
5. Bedenken Sie bei Ihrer Auswahlentscheidung, dass
 - a. zwar grundsätzlich alle beschriebenen Infrastrukturen die gesetzlichen Vorgaben und die Anforderungen an eine zukunftssichere Ausgestaltung der Inhouse-Netzinfrastrukturen erfüllen;
 - b. aber alle Empfehlungen naturgemäß keine konkreten regionalen oder unternehmerischen Spezifika berücksichtigen; prüfen Sie daher projektindividuell anhand der in dieser Handreichung beschriebenen Kriterien, welche Infrastrukturen für Sie zielgruppengerecht und wirtschaftlich sind;
 - c. sich Lösungen, welche die lokal verfügbaren Netzinfrastrukturen und insbesondere glasfaserbasierte Strukturen berücksichtigen, unter dem Aspekt der Vermeidung späterer Nachrüstungen in Gebäuden tendenziell am besten eignen.
6. Holen Sie bei Bedarf externen Rat zu dem Thema Breitbandausbau in den einschlägigen Fachkreisen ein.
7. Bei Fragen zu dieser Handreichung stehen Ihnen neben dem Herausgeber, dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), auch die in Anhang 6.5 benannten jeweiligen Mitwirkenden des Autorenteam als Ansprechpartner zur Verfügung.

3 Abkürzungsverzeichnis und Begriffserklärungen

3.1 Abkürzungsverzeichnis

ΔT	Temperaturdifferenz
4G	Mobilfunkstandard der 4. Generation
5G	Mobilfunkstandard der 5. Generation
APL	Abschlusspunkt Linientechnik
BauPVO	Bauproduktenverordnung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DVB-C/CATV	Digital Video Broadcasting – Cable/Cable Television (Kabelfernsehen)
F	Feuerwiderstandsklasse
FTTH	Fiber-to-the-Home
GF-AP	Glasfaser-Abschlusspunkt
GKL	Gebäudeklasse
HFC	Hybrid Fiber Coax
K	Kelvin
KVz	Kabelverzweiger
LBO	Landesbauordnung
LWL	Lichtwellenleiter
m	Meter
mm	Milimeter
MBO	Musterbauordnung
MBSättV	Muster-Beherbergungsstättenverordnung
MEltBauV	Musterverordnung über elektrische Betriebsräume
MFeuV	Muster-Feuerungsverordnung
MFG	Multifunktionsgehäuse
MFlBauR	Muster-Fliegende-Bauten-Richtlinie
MGarVO	Muster-Garagenverordnung
MHHR	Muster-Hochhausrichtlinie
MIndBauRL	Muster-Industriebau-Richtlinie
MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie
MLüAR	Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie
MSAN	Multi-Service Access Node

MVKV	Muster-Verkaufsstättenverordnung
MVStättV	Muster-Versammlungsstättenverordnung
MVV – TB	Muster-Verwaltungsvorschrift – Technische Baubestimmungen
NE	Netzebene
OKF	Oberkante des Fußbodens
PON	Passive Optical Network
PoP	Point of Presence
PtMP	Point-to-Multipoint
PtP/P2P	Point-to-Point-Verbindung
SC	Subscriber Connector (gängiger Glasfaser-Steckverbinder)
STP	Shielded Twisted Pair
ÜP	Übergabepunkt
UTP	Unshielded Twisted Pair
V	Volt
VHC	Very High Capacity
WE	Wohneinheit
WiFi 6/WiFi 6e	Radio-LAN-Technologien
WÜP	Wohnungsübergabepunkt
xDSL	x (Kennzeichnung für unterschiedliche Technologien) Digital Subscriber Line; digitale Anschlussleitung

3.2 Begriffe

Abschlusspunkt Linientechnik (APL)

Abschlusspunkt der Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur.

Brandklasse B_{2ca}

Die Brandklasse B_{2ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 verfügt üblicherweise über eine sehr geringe Flammenausbreitung, sehr geringe Wärmeentwicklung und sehr geringe Rauchdichte. Ebenso sind die Azidität der Rauchgase und das brennende Abtropfen begrenzt.

Brandklasse C_{ca}

Die Brandklasse C_{ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 verfügt üblicherweise über eine geringe Flammenausbreitung, geringe Wärmeentwicklung und sehr geringe Rauchdichte. Ebenso sind die Azidität der Rauchgase und das brennende Abtropfen begrenzt.

Brandklasse D_{ca}

Die Brandklasse D_{ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 verfügt üblicherweise über eine verringerte Flammenausbreitung und Wärmeentwicklung.

Brandklasse E_{ca}

Die Brandklasse E_{ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 wird durch ein normatives Prüfverfahren ermittelt, in dem die Flammenausbreitung betrachtet wird. In der Klasse E_{ca} werden keine Anforderungen an die Rauchdichte gestellt.

CAT 7

Nach CAT-Standard genormtes Datenkabel mit einem Außendurchmesser von mehr als 7 mm (0,5 bis 0,6 mm Durchmesser Innenleiter/Kupferdraht) Durchmesser und entsprechendem Schirmungsmaß, der aktuellste Standard entspricht der Kategorie CAT 7.

DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)

Anschlusstechnik, ist in einem Outdoor-Gehäuse oder im Gebäude verbaut. Terminiert die DSL-Anschlussleitungen der Teilnehmer und agiert als Gegenstelle zum DSL-Modem.

DOCSIS (Data over Cable Service Interface Specification)

Spezifikation für Schnittstellen von Kabelmodems und dazugehörigen Peripheriegeräten, um den Zugang zum Internet über eine koaxiale Infrastruktur zu ermöglichen.

Einspartenhouseinführung

Houseinführung für den Hausanschluss einer Versorgungssparte wie Strom, Gas, Trinkwasser, Fernwärme oder Kommunikation.

Einzelfaser-Management

Bei einer Montage der Glasfaserkabel in einem Einzelfaser-Management werden die Glasfaserbündel auf mehrere Spleißkassetten verteilt. Es werden pro Kassette vier Fasern abgelegt, die dann einer einzelnen Wohnung zugeführt werden. Somit ist pro Wohnung eine Kassette vorgesehen und es können die Fasern je Wohnung rangiert werden.

Elektroinstallationsrohr

Rohr mit kreisrundem Querschnitt für isolierte Leitungen und/oder Kabel für elektrische oder Kommunikations-Installationen.

Etagenverteiler

Mehrfamilienhäuser mit mehreren Wohneinheiten (WE) pro Etage könnten zusätzlich einen Etagenverteiler haben, von dem die Mikrorohre/Elektroinstallationsrohre und die Verkabelung zu den Wohnungsübergabepunkten (WÜP) führen.

FTTH (Fibre-to-the-Home)

Die Glasfaser wird in der Regel von der Vermittlungsstelle bzw. dem Point of Presence (PoP) bis in die Wohnung geführt. Das optische Signal wird so bis zum WÜP transportiert.

Futterrohr

In Wand, Decke oder Bodenplatten eingebaute Hülse zur Einführung der Leitungen und gegebenenfalls zur Aufnahme des Dichtsystems.

Gebäudeverkabelung

Die Gebäudeverkabelung ist der Teil eines Hausnetzes (NE 4), der vom Untergeschoss über die Steigzone bis zum Wohnungsübergabepunkt (WÜP) führt.

Gebäudeverteiler

In Mehrfamilienhäusern gibt es in der Regel einen Gebäudeverteiler, der in größeren Mehrfamilienhäusern in einem Hausanschlussraum oder in einem geeigneten Nebenraum untergebracht ist. In diesem Gebäudeverteiler enden häufig von der Hauseinführung kommende Kabel. Der Gebäudeverteiler muss über ein Schließsystem verfügen und für fachkundiges Personal der Netzbetreiber im Störfall permanent zugänglich sein.

Glasfaser-Abschlusspunkt (Glasfaser-AP)

Anschluss- oder Ablagepunkt für alle Fasern des ankommenden Glasfaserkabels aus der Ableitungsebene.

Hausanschluss

An-/Verbindung eines Gebäudes mit einem Netz der allgemeinen Ver-/Entsorgung über die Anschlussleitung bis einschließlich der Anschlusseinrichtung.

Hauseinführung

Durchführung der Leitung aus der Ableitungsebene kommend durch die Wand bzw. die Bodenplatte in ein Gebäude.

Hybrid-Fiber-Coax-Netzinfrastruktur (HFC-Netzinfrastruktur)

Ein auf Glasfaser basierendes Netzwerk, das hin zum PoP optische Fasern und Bauteile und auf den letzten Abschnitten eine koaxiale Technik nutzt. Die optisch-elektrische Umsetzung erfolgt durch einen Fiber Node. Es kann auch der Hausübergabepunkt in koaxialer Technik ausgeführt sein.

Inhouse-Netzinfrastruktur

Die Inhouse-Netzinfrastruktur umfasst die aktive wie passive Netzinfrastruktur innerhalb von Gebäuden.

Mikrorohr

Kleines Rohr mit kreisrundem Querschnitt für die Aufnahme von Glasfaserkabeln.

Multi-Service Access Node (MSAN)

Ist eine All-IP-Realisierungsform in der DSL-Ausbauvariante. MSAN stellt auf der Teilnehmerseite die verschiedenen IP-Services zur Verfügung und terminiert die Anschlüsse im Zugangsnetz.

Multitap

Passives Gerät, das ein ankommendes Signal mehrfach abzweigt. Der Multitap ist in koaxialen Netzen das Pendant zu einem optischen Splitter. Damit kann eine sternförmige Versorgung der angeschlossenen Wohnungen erfolgen.

Mehrspartenhouseinführung

Hauseinführung für den Hausanschluss mehrerer Versorgungssparten wie Strom, Gas, Trinkwasser, Fernwärme oder Kommunikation.

Netzebenen (NE)

Bezeichnen verschiedene Abschnitte der Telekommunikationsnetze. Die Beschreibungen innerhalb dieser Handreichung fokussieren sich auf die Netzebenen 3 bis 4.

NE 3: Zugangsnetz, das von der Vermittlungsstelle abgehend über die Kabelverzweiger (KVz) innerhalb von Ortschaften die Signale bis zu den privaten Grundstücken und Gebäuden weiterleitet und verteilt. Die Demarkationslinie zwischen NE 3 und NE 4 liegt hinter der Hauseinführung.

NE 4: Hausnetz. Bezeichnet den Teil der Netze, der zur Signalübermittlung innerhalb der Grundstücke und Gebäude errichtet wird, bis zum Übergang in die Wohnungen.

NE 5: Netz innerhalb der Wohnungen, wird in diesem Dokument nicht betrachtet.

Nicht flammenausbreitend

Eigenschaft eines Elektroinstallationsrohrs, durch eine Flamme zum Entzünden gebracht zu werden, aber einen Brand nicht weiterzuverbreiten; nach Wegnahme der Flamme erlischt das Rohr innerhalb einer bestimmten Zeit.

Oberkante Fußboden (OKF)

Oberkante des Fußbodens des höchstgelegenen Geschosses, in dem Aufenthaltsräume möglich sind. Gemessen ab der Oberkante des Grundes bezogen auf das Gelände, auf dem das Gebäude steht.

Point of Presence (PoP)

Der PoP ist ein zentraler Verteilknoten innerhalb eines Kommunikationssystems, der die Verbindungen zwischen zwei oder mehr Kommunikationsnetzen aufbaut. Ein Beispiel für einen PoP ist die Vermittlungsstelle, die als Anschlussmöglichkeit zwischen lokalen Telekommunikationsnetzen und den Fernverkehrsnetzen agiert.

Point-to-Point(PtP)-Netzinfrastruktur

Direkte Punkt-zu-Punkt-Verbindung.

Point-to-Multipoint(PtMP)-Netzinfrastruktur

Aufteilung einer optischen Leitung auf mehrere Leitungen mithilfe aktiver optischer Technik (z. B. Switch). In diesem Dokument ist die passive PtMP-Technik mit dem Begriff PON beschrieben.

Passive-Optical-Network(PON)-Netzinfrastruktur

Aufteilung einer optischen Leitung auf mehrere Leitungen mithilfe passiver optischer Technik (z. B. Splitter). PON ist eine passive PtMP-Technik.

Single- und Multimode-Fasern

Im Allgemeinen wird bei Glasfaserkabeln zwischen Single- und Multimode-Fasern unterschieden. Multimode-Fasern erlauben eine Mehrfachreflexion von Licht innerhalb der Faser (den Moden). Daraus resultiert eine Begrenzung der überbrückbaren Distanz auf einige 100 m.

Der geringere Kerndurchmesser von Singlemode-Fasern macht diese geeignet für die Überbrückung von Langstrecken, bei begrenzter Bandbreite. Vielfach werden die Singlemode-Fasern auch im Inhouse-Bereich verwendet.

Switch

Ist eine Netzwerkweiche oder ein Verteiler, der als Kopplungselement mehrere Netzwerksegmente miteinander verbindet. Der Switch sorgt dafür, dass innerhalb eines Segments die Datenpakete an ihr Ziel kommen. Dabei werden die Datenpakete nicht an alle Ports weitergeleitet.

Übergabepunkt (ÜP)

Abschlusspunkt für das Hausverteilnetz (auch Hausübergabepunkt) für Koaxialnetze. Danach erfolgt die Aufteilung des Signals mittels Hausanschlussverstärker und Verteiler oder Multitap.

Very-High-Capacity-(VHC-)Netze

Very-High-Capacity- oder hochgeschwindigkeitsfähige Netze beschreiben elektronische Kommunikationsnetzwerke, die bis zum Vermittlungspunkt vollständig aus optischer Glasfaser bestehen, oder solche Netze, die ähnliche Leistung in Bezug auf verfügbare Bandbreite und Latenz aufweisen (z. B. HFC-Netze).

Wohnungsübergabepunkt (WÜP)

Ort des Übergangs zwischen der hausinternen Netzinfrastruktur und der nachgeschalteten Netzebene 5.

x Digital Subscriber Line (xDSL)

Ist ein Oberbegriff für verschiedene technische Konzepte zur breitbandigen digitalen Datenübertragung über herkömmliche verdrehte Kupferdoppeladern. Das x steht für die verschiedenen Ausprägungen der DSL-Technologie.

4 Grundlagen der Handreichung für Neubauten

Die vorliegende Handreichung „Neubauten“ bezieht sich auf die entsprechenden Verfügbarkeiten passiver Infrastrukturen (Mikrorohr- und/oder Elektroinstallationsrohrinfrastrukturen) für hochgeschwindigkeitsfähige Netze (Very-High-Capacity-[VHC-]Netze). Die folgende Beschreibung betrachtet die am Markt vorhandenen Netzinfrastrukturen, die sich der passiven Netzinfrastruktur jeweils bedienen. Dabei ist zu beachten, dass die folgende Beschreibung auch immer die genutzten Kabeltypen und aktiven Elemente mitberücksichtigt, um den notwendigen Platzbedarf in neu errichteten Gebäuden (zum Beispiel Abbildung 1) definieren zu können.

Bei der Planung der digitalen Inhouse-Netzinfrastrukturen ist eine enge Abstimmung mit dem Bauherrn sinnvoll. Ebenso empfiehlt sich die Rücksprache mit vor Ort aktiven



Abbildung 1: Beispiel des Neubaus eines Mehrfamiliengebäudes
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Netzbetreibern, um deren Bedarfe berücksichtigen zu können. Hierbei sind zukünftige Bedarfe, wie zum Beispiel Platzbedarfe und die Anbindung notwendiger Stromversorgungen, Platzbedarfe für notwendige Gebäude- oder Etagenverteiler sowie die Vorhaltung von Mikrorohren für Glasfaseranbindungen, zu berücksichtigen.

Obwohl die globalen Datenvolumen stetig wachsen und der Konsum digitaler Leistungen zunimmt, steht diese Entwicklung erst am Anfang. Präzise Vorhersagen sind daher kaum möglich. Einige Entwicklungen zeichnen sich aber zumindest ab. So scheint es naheliegend, dass die Anzahl vernetzter Endgeräte auch im Haushalt (Smart Home) steigen wird. Um dem Rechnung zu tragen, wird insbesondere der Ausbau der Funkversorgung (Technologien wie z. B. 4G/5G oder WiFi 6/WiFi 6e) innerhalb des Gebäudes weiter an Bedeutung zunehmen.

Ist ein Wohnungs- oder Hausneubau geplant, sollte für den Bauplatz in Erfahrung gebracht werden, ob bereits Formen von Breitbandanschlüssen verfügbar sind oder ob und wann ein Ausbau von Breitband-Netzinfrastrukturen geplant ist. Dies ist beispielsweise durch eine Abfrage bei der kommunalen Verwaltung, dem Gigabitbüro des Bundes, bei den Netzbetreibern oder bei regionalen Elektrounternehmen möglich. Zusätzlich ist zu empfehlen, Kontakt mit den weiteren Versorgungsnetzbetreibern (z. B. Gas-, Wasser- und Stromversorgern) aufzunehmen, da auch diese oft Glasfaserleitungen entlang ihrer Versorgungsleitungen führen. Da der Neubau an die Versorgungsinfrastruktur angeschlossen wird, können sich hier Synergien ergeben.

Der Breitbandatlas des BMVI bietet die Möglichkeit, online nachzuschlagen, welcher Netzbetreiber in der jeweiligen abgefragten Region aktiv ist. Findet der Wohnungs- bzw. Hausneubau in einem bereits erschlossenen Gebiet statt, bietet sich zur Orientierung eine eigene Onlinerecherche bei den Netzbetreibern an, die zu diesem Zweck aktuelle Karten oder Abfragemöglichkeiten auf ihren Webseiten bereitstellen.

Die inhaltlichen Anforderungen an die Ausstattung der Inhouse-Netzinfrastruktur werden je nach regionaler Anbietersituation in drei verschiedene Breitbandregionen unterteilt:

Breitbandregion 01:

Es ist keine VHC-Netzinfrastruktur verfügbar.

Hier sollte der Bauherr eine Minimalausstattung wählen, die so dimensioniert ist, dass Glas- und/oder Koaxial-Netze unterstützt werden.

Für zukünftig in der Region tätige Netzbetreiber mit gegebenenfalls unterschiedlichen Technologien ist für die Glasfaserversorgung ein 7/4 Mikrorohr und für die koaxiale Verteilung ein M25 Elektroinstallationsrohr vorzusehen. Alternativ kann eine Rohrinfrastruktur, die beide Technologien unterstützt, vom Keller bis in jede Wohnung verbaut werden. Sollten in dieser Region weder ein Glasfaser- noch ein Koaxial-Anbieter verfügbar sein, um einen VHC-Anschluss bereitstellen zu können, kann als Übergangslösung eine eventuell verfügbare Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur für die Versorgung vorgesehen werden.

Netzbetreiber mit Hausanschluss Kupferdoppelader:

In der Region ist vorab zu klären, welcher Breitbandanbieter das Gebäude versorgen kann. Steht nur ein Anschluss mit Kupferdoppeladern zur Verfügung, wird für einen späteren Glasfaseranschluss eine 7/4 Mikrorohr-Infrastruktur vom Keller bis in jede Wohnung empfohlen. Die Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur sollte nach Möglichkeit in einem M25 Elektroinstallationsrohr zu den Wohnungen geführt werden.

Breitbandregion 02:

Eine VHC-Netzinfrastruktur ist verfügbar.

Die Minimalausstattung sollte hier zumindest den Anforderungen des örtlichen Netzbetreibers entsprechen – je nachdem, ob es ein Glasfaser- oder Koaxial-Netzbetreiber ist.

Netzbetreiber mit Hausanschluss Koaxialkabel (keine Glasfaserversorgung verfügbar):

Für eine koaxiale Hausverteilung sollte ein M25 Elektroinstallationsrohr verlegt werden. Alternativ kann über einen Wandler (Hausanschluss Koaxialkabel – aus der Ableitungsebene kommend – auf Glasfaser-Ports Fiber-to-the-Home; FTTH) die 7/4 Mikrorohr-Infrastruktur für eine Signalverteilung über Glasfaserkabel genutzt werden, wenn das Haus schon mit Glasfaser in der Netzebene 4 (NE 4) ausgebaut ist.

Netzbetreiber mit Hausanschluss Glasfaser (kein Koaxialkabel verfügbar):

Für eine reine Glasfaserinfrastruktur wird in der Regel ein 7/4 Mikrorohr vom Keller bis in die Wohnung benötigt. Ein Glasfaserkabel wird in das Mikrorohr eingeblasen und entsprechend verwendet.

Sollte zu einem späteren Zeitpunkt ein Glasfaseranschluss verfügbar sein, kann gegebenenfalls eine in der NE 4 vorhandene koaxiale Infrastruktur weiterverwendet werden.

Breitbandregion 03:

Mindestens zwei unterschiedliche VHC-Netzinfrastrukturen sind verfügbar.

Die Minimallösung sollte für Glasfaser- und/oder koaxiale Kabelnetze dimensioniert sein.

Aus den jeweiligen Anforderungen der Netzbetreiber in der Region ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an den Ausbau von Inhouse-Netzinfrastrukturen.

Stehen in einer Region mehrere Netzbetreiber zur Verfügung, sollte für die Glasfaserversorgung ein 7/4 Mikrorohr und für eine koaxiale Inhouse-Netzinfrastruktur ein

M25 Elektroinstallationsrohr verlegt werden. Alternativ kann über einen Wandler (Hausanschluss Koaxialkabel – aus der Ableitungsebene kommend – auf Glasfaser-Ports FTTH) die 7/4 Mikrorohr-Infrastruktur für eine Signalverteilung über Glasfaserkabel genutzt werden, wenn das Haus schon mit Glasfaser in der NE 4 ausgebaut ist.

4.1 Referenzmodelle/Übersichten

4.1.1 HFC-Netzinfrastruktur

Hybrid-Fiber-Coax-Netze (HFC-Netze) sind ein auf Glasfaser basierendes Netzwerk, das hin zum Point of Presence (PoP) optische Fasern und Bauteile und auf den letzten

Abschnitten eine koaxiale Technik nutzt. Das optische Signal aus einer Glasfaser wird hierzu in einem optisch-elektrischen Wandler (Fiber Node) in ein hochfrequentes elektrisches Signal umgewandelt, das dann über die Koaxialkabel weiter in die Wohnungen verteilt wird. Der Fiber Node kann in einem Kabelverzweiger (KVz) bzw. Verstärkerpunkt innerhalb der NE 3 lokalisiert oder im Keller des Hauses untergebracht sein.

Über die Hauseinführung gelangt das Koaxialkabel ins Gebäude und wird dort zunächst am Übergabepunkt (ÜP) terminiert. An den ÜP wird eine Gebäudeverteilung angeschlossen. Von dort wird das Netz in einer sternförmigen Struktur (Multitap) ausgebildet und jeder Wohnung einzeln mit Koaxialkabeln zugeführt. Mit dem Datenübertragungsstandard DOCSIS 3.1 lassen sich heute schon Bandbreiten

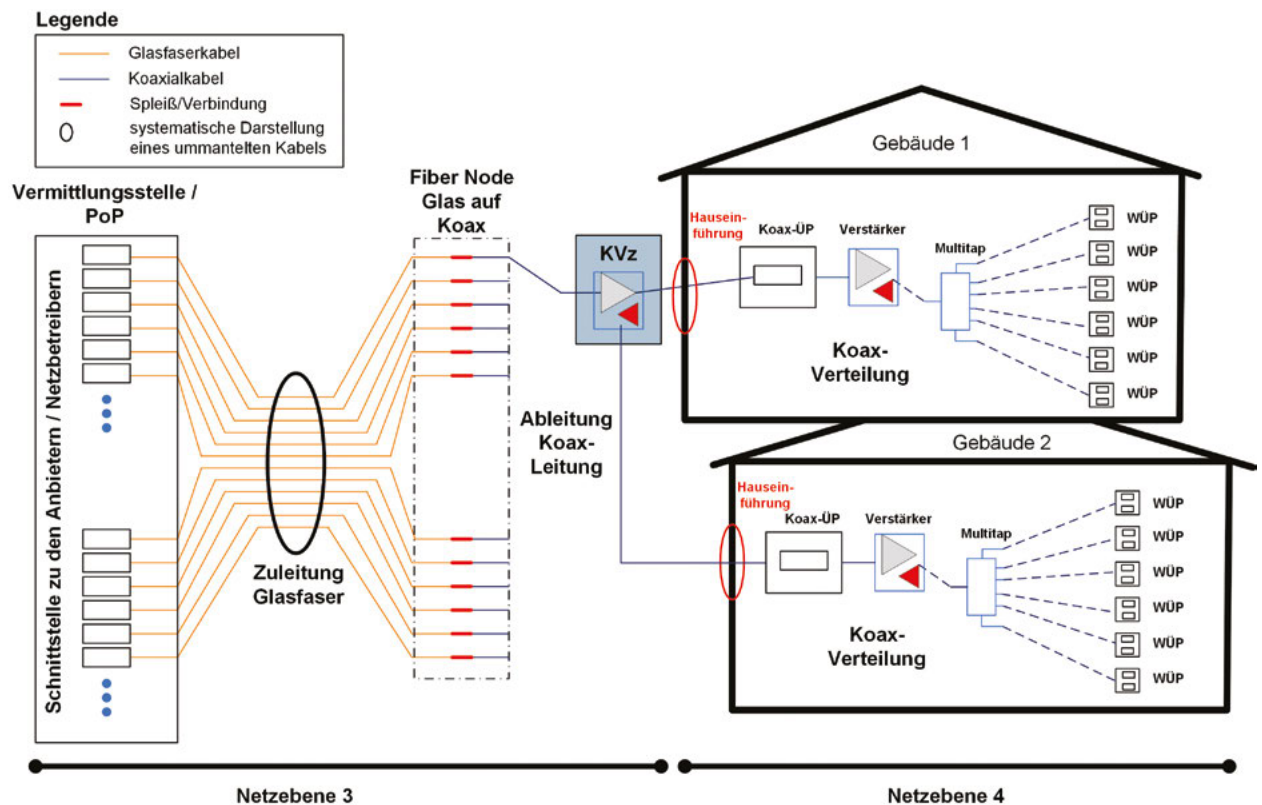


Abbildung 2: Referenzmodell HFC-Netzinfrastruktur
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

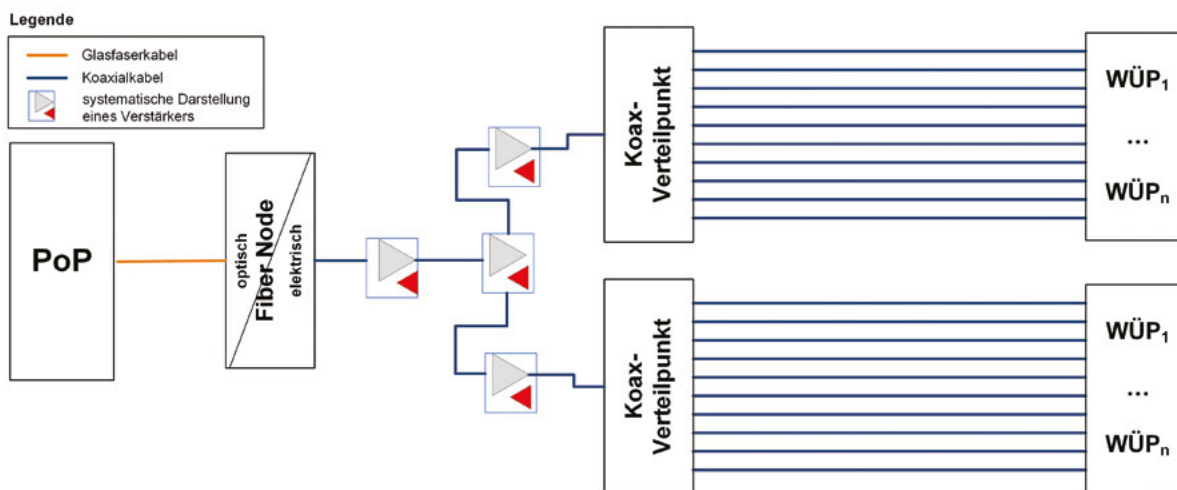


Abbildung 3: Prinzip der HFC-Netzinfrastruktur
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

von bis zu 1 Gbit/s realisieren. Es stehen weitere Innovationen an, wie derzeit der Standard DOCSIS 4.0, der die möglich übertragbare Datenrate nochmals um den Faktor 10 erhöht.

Bei der DOCSIS-Technologie gibt es zudem die Möglichkeit, im Inhouse-Bereich eine eventuell vorhandene Glasfaser-Netzinfrastruktur zu verwenden. Dies bedeutet, dass auch bei einem ankommenden koaxialen Netzwerk das Signal von einem elektrischen Signal in ein optisches Signal umgesetzt wird. Die Verteilung im Inhouse-Bereich findet dann über eine Glasfaserinfrastruktur statt. Die Signale werden nach dem Wohnungsübergabepunkt (WÜP) wieder in ein elektrisches Signal umgesetzt und an ein Kabelmodem weitergeleitet. Diese Variante ist technisch durchaus aufwendig, bietet aber die Möglichkeit, bei einer vor Ort befindlichen koaxialen Netzinfrastruktur eines Netzbetreibers in der NE 3 die Gebäude im Inhouse-Bereich mit vorhandener Glasfaserinfrastruktur zu nutzen.

4.1.2 Glasfaserinfrastruktur

Für die aus der NE 3 ankommenden Netzinfrastrukturen existieren unterschiedliche Ausbaumöglichkeiten der

Glasfaserinfrastruktur bis in den Inhouse-Bereich. Referenzmodelle der Point-to-Point (PtP)-, Passive-Optical Network (PON)- und aktiven Point-to-Multipoint (PtMP)-Netzinfrastrukturen sind nachstehend dargestellt.

Eine PtP-Netzinfrastruktur (siehe Abbildung 4) beschreibt eine durchgängige, direkte Glasfaserverbindung von der Vermittlungsstelle bzw. dem PoP bis zum Endkunden in die Wohnung. Mit dieser Lösung wird ein sehr flexibles System realisiert, das die maximale Entscheidungsfreiheit bezüglich der eingesetzten Technik zulässt. Die über die Hauseinführung ankommenden Glasfasern werden in einem Einzelfaser-Management von einem zentralen Glasfaser-Abschlusspunkt (GF-AP) über einen Gebäudeverteiler zu den jeweiligen Wohnungen geleitet. Somit wird jede Wohneinheit (WE) mit einer separaten Glasfaser versorgt. In einem solchen Punkt-zu-Punkt-Netz steht jedem Endkunden die maximal mögliche Bandbreite, ausgehend von der Vermittlungsstelle, zur Verfügung. Da für jeden Teilnehmer eine eigene Glasfaser verlegt ist, lassen sich Leitung und Dienst für jeden Teilnehmer entbündeln. Somit ist eine PtP-Topologie technologieunabhängig. Da pro Wohnung mindestens eine Glasfaser mit dem PoP verbunden wird, sind mehr Glasfasern in der Ableitungsebene notwendig. Der erhöhte Faserbedarf, die Anzahl der durchzuführenden

Referenzmodell einer PtP-Netzinfrastruktur:

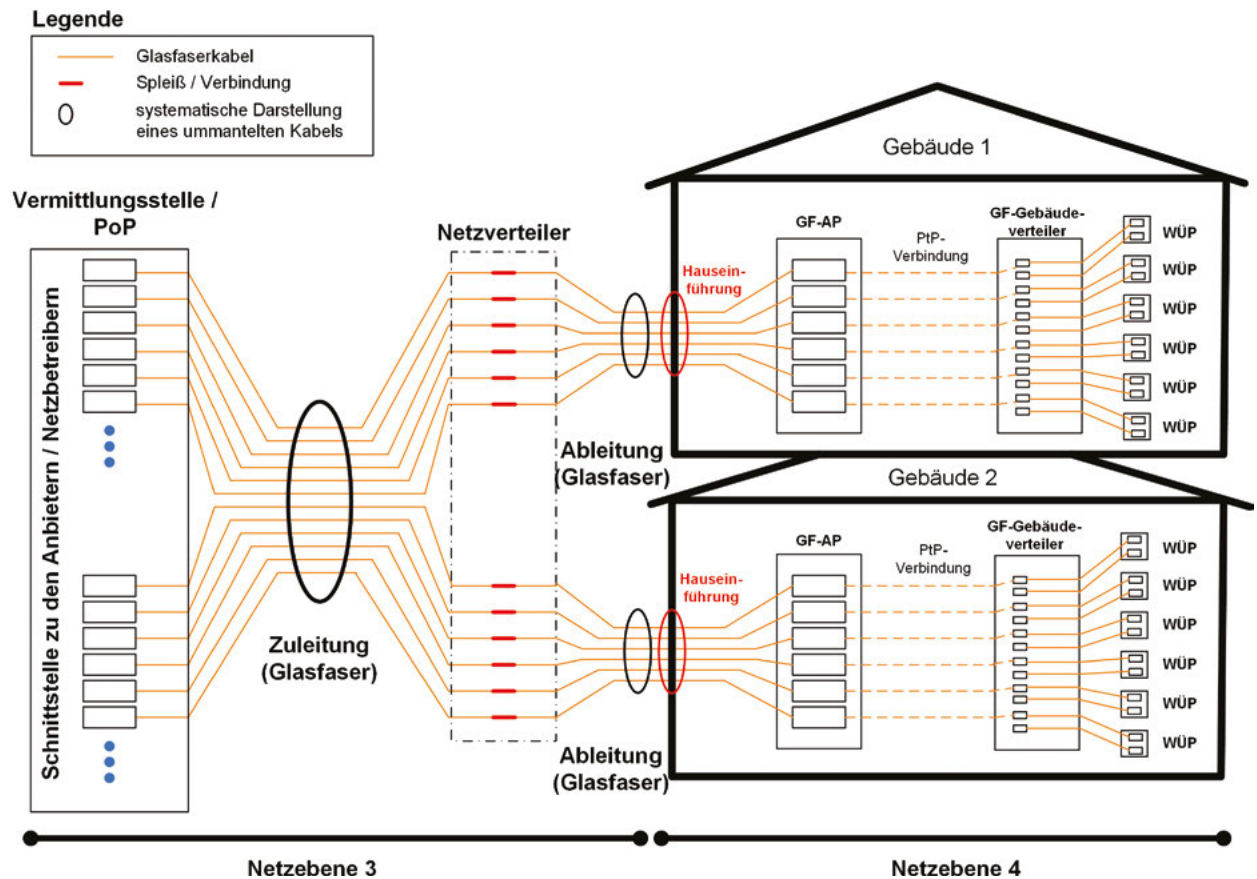


Abbildung 4: Referenzmodell PtP-Netzinfrastruktur
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Spleißverbindungen sowie das Einzelfaser-Management für das Rangieren der Fasern benötigen mehr Platz im Bereich der Hauseinführung und im Gebäudeverteiler. Abbildung 5 veranschaulicht das Prinzip einer PtP-Netzinfrastruktur. Die empfohlenen vier Fasern pro WE werden am GF-AP terminiert und müssen nicht in der Zu- und Ableitungsebene vorgehalten werden.

Mit dem PtP-Prinzip werden heute standardmäßig Übertragungsbandbreiten von bis zu 1 Gbit/s symmetrisch im Up- und Downstream erreicht. Zukünftig sind im Netz bis zum Endkunden auch mehr als 100 Gbit/s möglich.

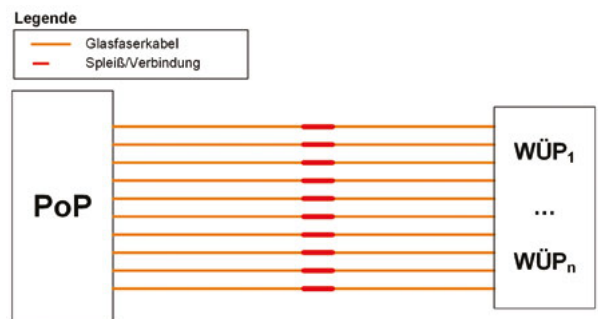


Abbildung 5: Prinzip der PtP-Netzinfrastruktur
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Referenzmodell einer PON-Netzinfrastruktur (passive Verteilung)

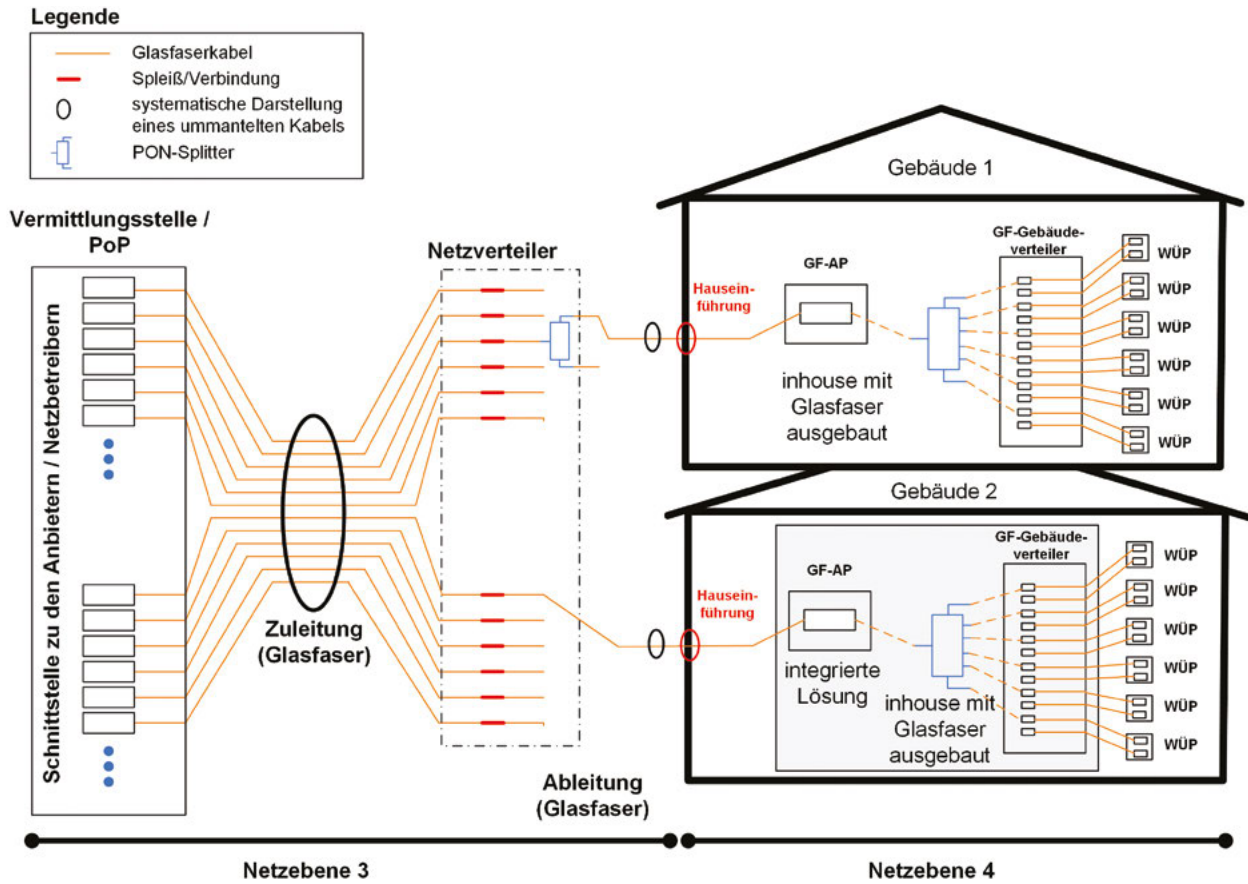


Abbildung 6: Referenzmodell PON-Netzinfrastruktur
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Eine PON-Netzinfrastruktur (siehe Abbildung 6) beschreibt eine Glasfaserverbindung von der Vermittlungsstelle bzw. dem PoP bis zum WÜP. Hierbei werden mittels einer passiven PtMP-Topologie zusätzlich optische Splitter (1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64) im Gebäudeverteiler verwendet. Das an der Vermittlungsstelle bzw. dem PoP ankommende Signal wird von einer Glasfaser über optische Koppler bzw. Splitter schon im Netzverteiler auf zum Beispiel zwei Fasern mit einem 1/2-Splitter verteilt. Alle Nutzer auf einer Glasfaser teilen sich die maximale Downstream- sowie die Upstream-Rate der zur Verfügung stehenden Bandbreite. Bei dieser Technik ist der Faserbedarf und damit der notwendige Platzbedarf in den Gebäuden geringer als bei einer

PtP-Glasfaserverbindung. Abbildung 7 bildet das Prinzip einer PON-Netzinfrastruktur ab.

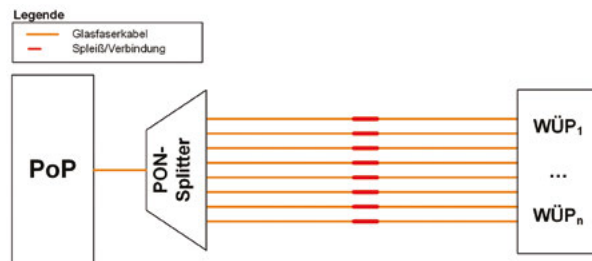


Abbildung 7: Prinzip der PON-Netzinfrastruktur
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Referenzmodell einer PtMP-Netzinfrastruktur (aktive Verteilung)

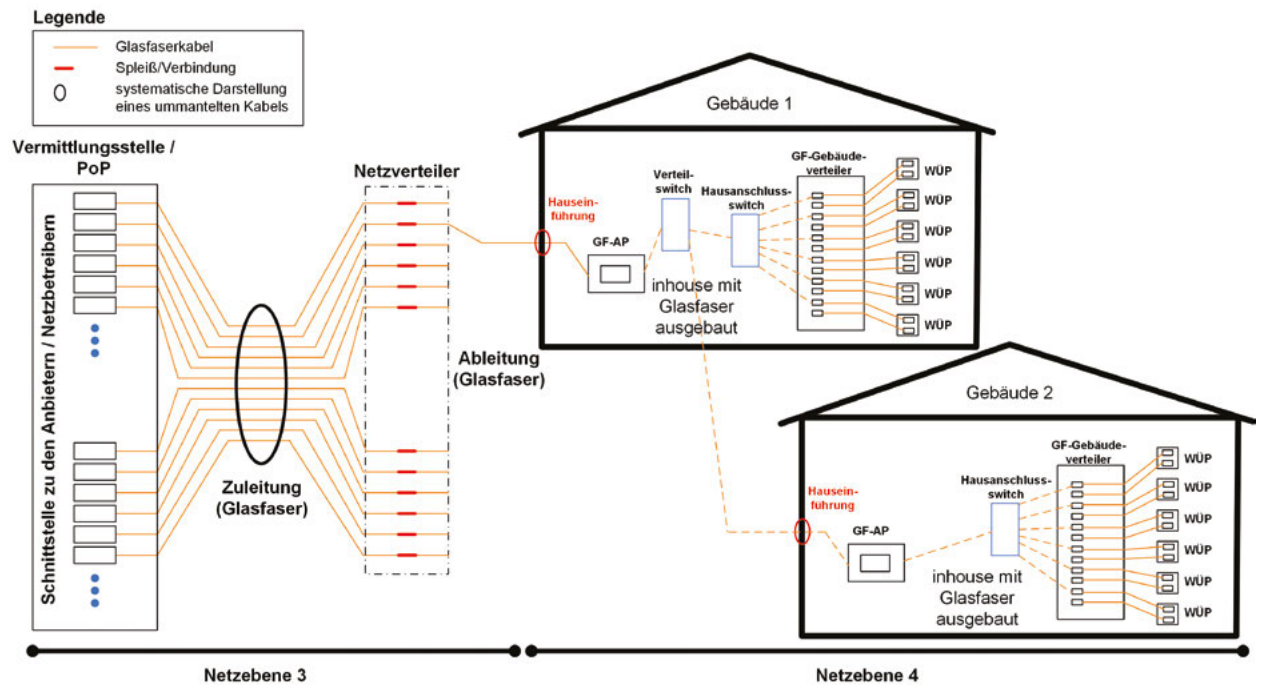


Abbildung 8: Referenzmodell PtMP-Netzinfrastruktur
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

PtMP-Netzinfrastrukturen (siehe Abbildung 9) basieren auf einer ähnlichen Technologie wie PON-Netzinfrastrukturen, nur unter Verwendung aktiver Komponenten. Ausgehend von der Vermittlungsstelle bzw. vom PoP wird nur jeweils

eine Glasfaser pro Gebäude bzw. pro Gebäudecluster über die NE 3 geführt. Erst innerhalb des Gebäudes werden jeweils vier Fasern vom Hausanschlussswitch kommend zum WÜP geführt, von denen jeweils eine Faser beleuchtet ist.

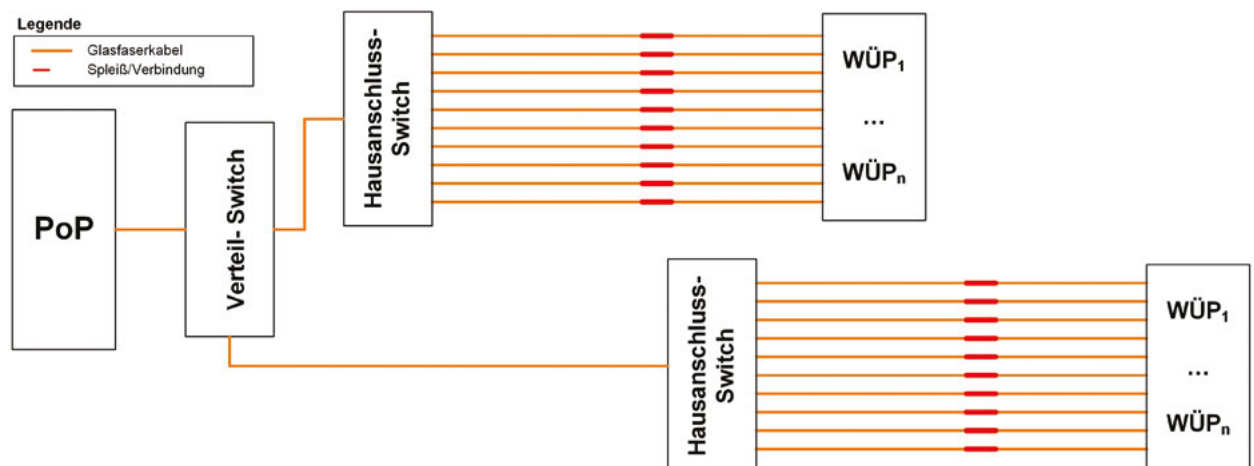


Abbildung 9: Prinzip der PtMP-Netzinfrastruktur mit mehreren Hausanschlussswitchen
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Die aktiven Switche in PtMP-Netzinfrastrukturen versorgen entweder über jeweils einen Port einen WÜP oder Switche in weiteren Gebäuden. In diesem Fall wird der erste Switch als Verteilswitch, die nachgelagerten Switche als Hausverteilschicht bezeichnet. Die aktive Verteilung (Verteilswitch und Port) findet somit pro WÜP und in den Gebäuden selbst statt.

Den Endkunden werden durch diese Struktur die Switch-Port-Geschwindigkeiten zur Verfügung gestellt. Es gibt daher, anders als bei PON-Netzinfrastrukturen, theoretisch keine Begrenzungen im Down- und Upstream.

Somit ermöglichen aktive PtMP-Netzinfrastrukturen heute standardmäßig Übertragungsbandbreiten von bis zu 1 Gbit/s symmetrisch im Up- und Downstream. Zukünftig werden mit der PtMP-Topologie Bandbreiten von mehr als 100 Gbit/s bis zum Endkunden möglich sein. Theoretisch ermöglicht die PtMP-Topologie nahezu unbegrenzte Bandbreiten bis hin zum Endkunden.

4.1.3 Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur

Sollte der Neubau in der Breitbandregion 1 verortet sein, kann als Übergangslösung eine eventuell verfügbare Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur für die Versorgung vorgesehen werden. Dadurch, dass keine Glasfaserinfrastruktur in der Nähe der Gebäude ist, müssen die Signale über eine längere Strecke über eine Kupferdoppelader zugeführt werden. Sobald eine Glasfaser vor dem Gebäude verfügbar ist, wird man den Ausbau des Gebäudes mit einer Glasfaserinfrastruktur bevorzugen.

Eine Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur ist die grundsätzliche Ausbauvariante zu den Gebäuden für einen Multi-Service Access Node (MSAN) oder Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) und ist in der Regel in einem Multifunktionsgehäuse (MFG) verortet. In der Breitbandregion 1 befindet sich das mit Glasfaser angeschlossene MFG oft nicht in der Nähe des Neubaus. Im MSAN bzw. DSLAM erfolgt eine optisch-elektrische Wandlung der ankommenden Signale und deren Weiterleitung über die

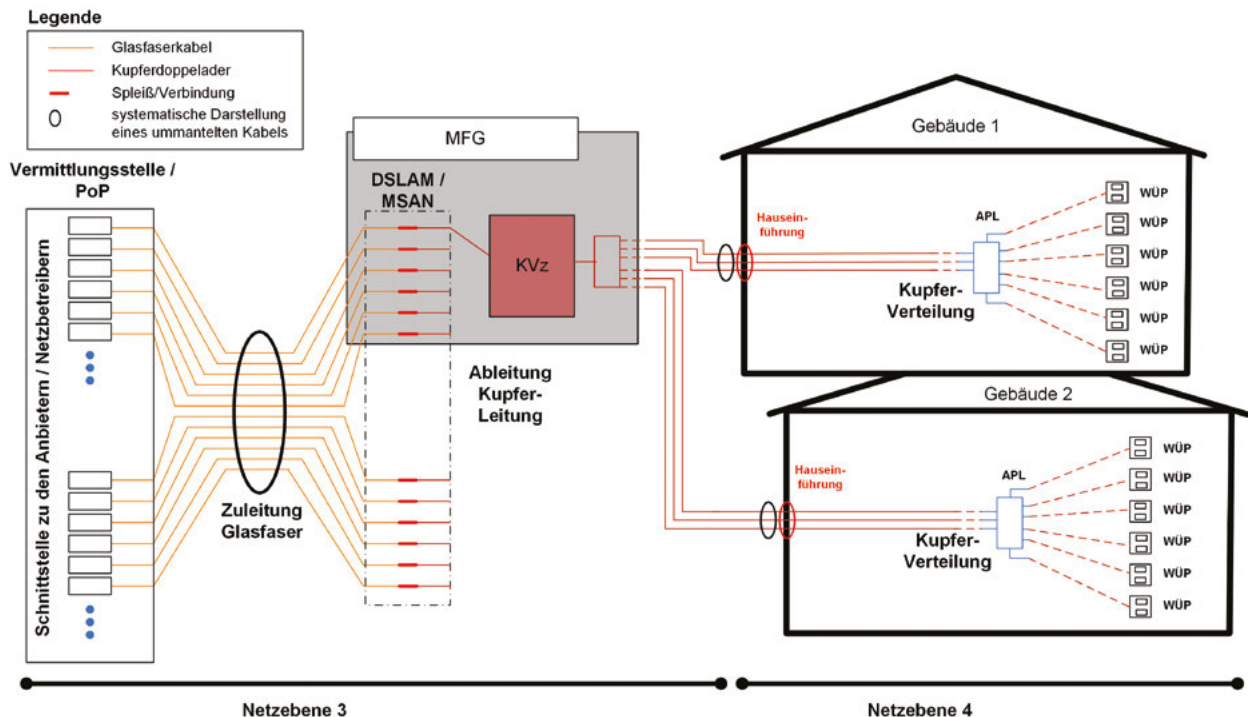


Abbildung 10: Referenzmodell Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur (xDSL)
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

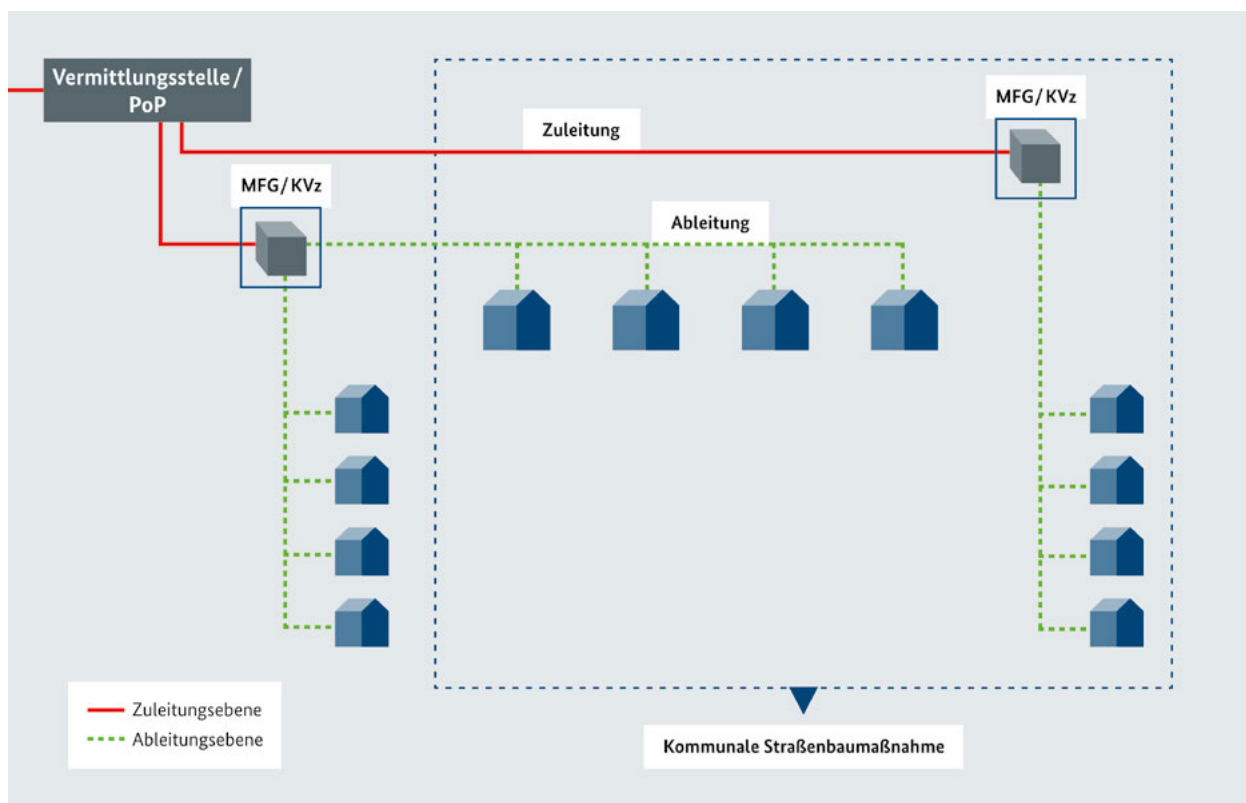


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Netzinfrastruktur mit Netzebenen
 Quelle: Gigabitbüro des Bundes (modifiziert aus: BMVI „Handreichung für ein Materialkonzept zur Umsetzung des § 77i Abs. 7 TKG“ vom August 2018)

bestehende Kupferinfrastruktur bis zu den Endstellen in den Gebäuden. Die in den Gebäuden ankommenden Kupferdoppeladern aus der NE 3 werden mit einer kupferbasierten Inhouse-Netzinfrastruktur über sogenannte Abschlusspunkte Linientechnik (APL) verbunden. Vorzugsweise sollten hierbei CAT-7-Kabel eingesetzt werden. Über die Kupfertechnologie können xDSL-Anschlüsse geschaltet werden.

Der Bauherr sollte zusätzlich zu der kupferbasierten Inhouse-Netzinfrastruktur eine Minimalausstattung für die NE 4 wählen, die so dimensioniert ist, dass Glas- und/oder Koaxialkabelnetze unterstützt werden können. Die Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur ist nach Möglichkeit in einem M25 Elektroinstallationsrohr zu verlegen. Zudem kann parallel eine 7/4 Mikrorohr-Infrastruktur vorgesehen werden, um bei Bedarf Glasfasern zu den jeweiligen Wohnungen führen zu können.

4.2 Hauszuführung

Die im August 2018 auf der Homepage des BMVI veröffentlichte „Handreichung für ein Materialkonzept zur Umsetzung des § 77i Abs. 7 TKG“² spezifiziert die Anforderungen an zu verwendende Materialien in der Zu- und Ableitungsebene für die Mitverlegung von mit Glasfasern ausgestatteter passiver Infrastruktur. Die Zuleitungsebene beschreibt die passive Netzinfrastruktur bis zu einem Verzweigerpunkt, also einem MFG bzw. KVz des jeweiligen Netzbetreibers, die Ableitungsebene die weiterführenden Netzinfrastrukturen bis zu den einzelnen Gebäuden (siehe Abbildung 11).

² <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/ag-digitale-netze-handreichung-materialkonzept.html>

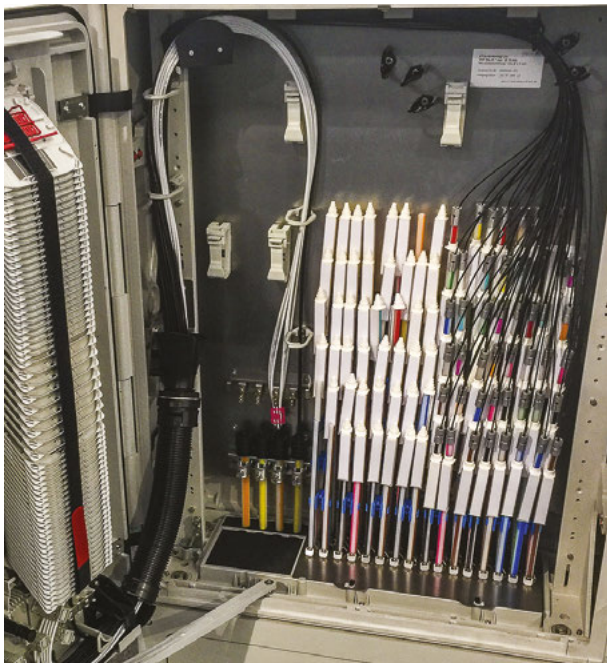


Abbildung 12: Aufbau eines KVz (in diesem Beispiel genutzt als Netzverteiler) mit Verbindungen zur Zuleitungs- und Ableitungsebene
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Abbildung 12 zeigt einen im Bereich der Zuleitungs- und Ableitungsebene eingesetzten geöffneten KVz. Man erkennt, dass verschiedene Mikrorohrverbände in den KVz eingeführt und die darin befindlichen Glasfaserkabel innerhalb des KVz über Spleiße miteinander verbunden werden.

In Abbildung 13 sind die Spezifikationen für den Materialeinsatz in Bezug auf die notwendige Dimensionierung der Mikrorohre und die Art der Glasfaserkabel aufgezeigt. Diese Spezifikationen sind ausgehend von der Vermittlungsstelle bzw. dem PoP über die Zu- und Ableitungsebene bis zur Inhouse-Netzinfrastruktur dargestellt.

Zuleitungsebene

Die in der Zuleitungsebene eingesetzten Mikrorohrverbände besitzen üblicherweise einen größeren Durchmesser als die Mikrorohrverbände in der Ableitungsebene. In der Zuleitungsebene werden Glasfaser-Minikabel genutzt, die im MFG/KVz oder in unterirdischen Muffen (siehe Abbildung 14) in einem Einzelfaser-Management dem Bedarf

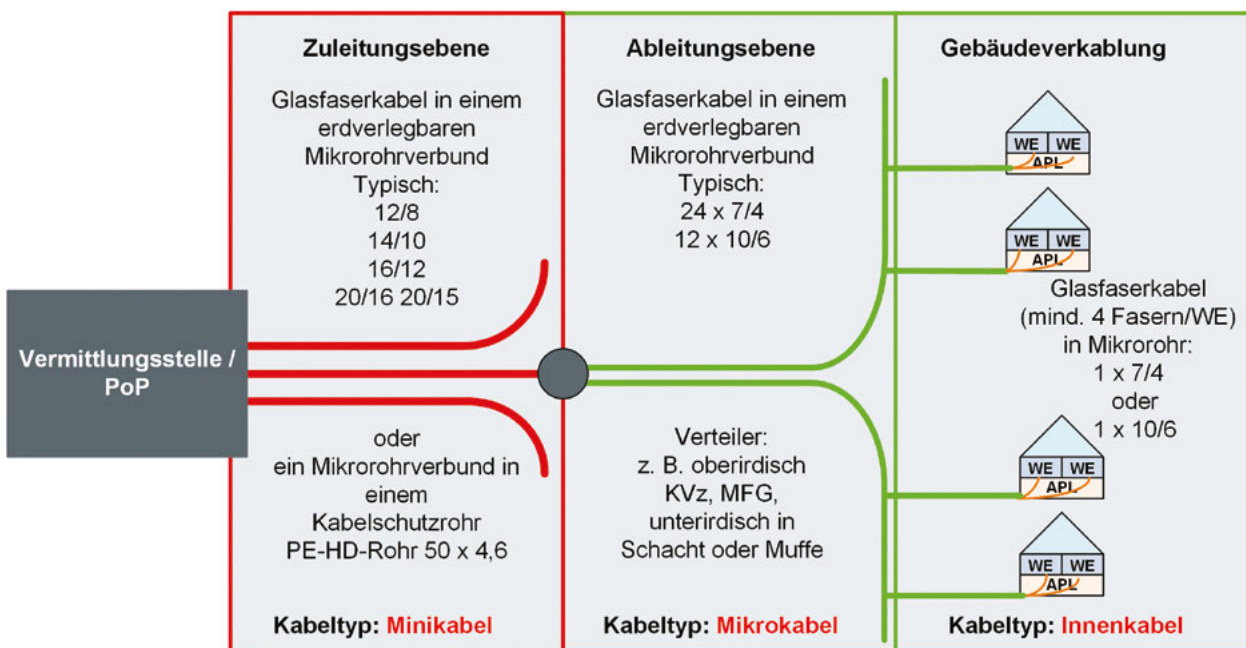


Abbildung 13: Darstellung der Verteilebenen vom PoP bis zur WE mit Materialspezifikationen
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

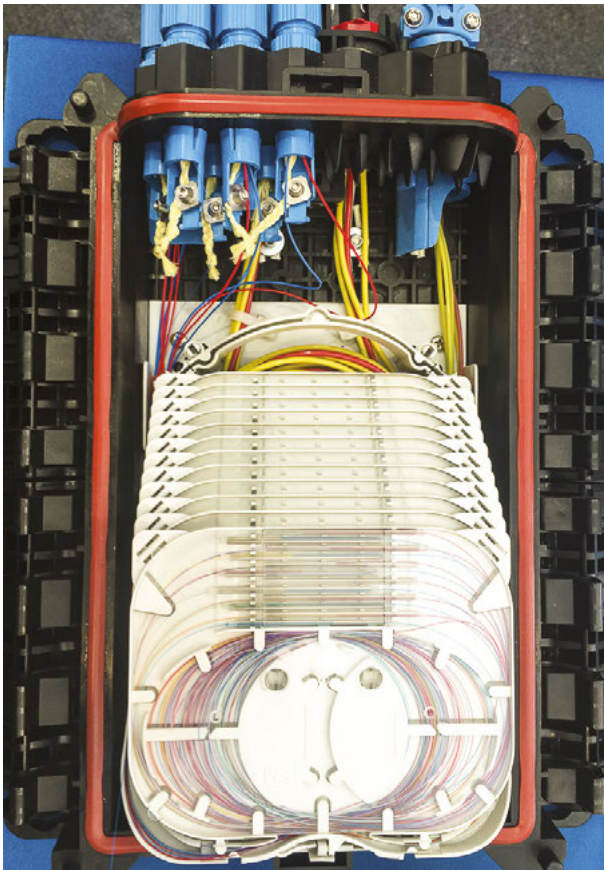


Abbildung 14: Muffe zur Verbindung von Zuleitungsebene und Ableitungsebene
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

der Ableitungsebene angepasst sind. Dieser Bedarf ergibt sich aus den unterschiedlichen Netzinfrastrukturkonzepten in den Gebäuden. Gegebenenfalls müssen die Glasfaser-Minikabel der Zuleitungsebene mit den in der Ableitungsebene ankommenden Glasfaser-Mikrokabeln verbunden werden.

Ableitungsebene

Für die Zuführung von Glasfasern zu einem Gebäude werden aus dem Mikrorohrverbund, der entlang der Straße verläuft, die für das Gebäude vorgesehenen Mikrorohre von der Grundstücksgrenze (Straße/Gehweg) bis zum Gebäude verlegt. Durch diese Mikrorohre werden die Glasfasern bis in die Gebäude eingebracht. Wie viele Fasern pro Gebäude benötigt werden, hängt unter anderem von der Anzahl der WE im Gebäude ab. Durchmesser und Beschaffenheit der eingesetzten Mikrorohrverbunde ergeben sich damit aus der Anzahl der Gebäude und der zu versorgenden Haushalte in einem Netzabschnitt.

Für FTTH-Netzinfrastrukturen wird empfohlen, je vier Fasern pro WE im Inhouse-Bereich zum WÜP zu führen. Nach Möglichkeit sollten zudem zwei zusätzliche Mikrorohre im Gebäude für dessen eigene Infrastruktur oder zukünftige Anwendungen vorgesehen werden. Die genaue Verortung der zusätzlichen Mikrorohre ist vorab mit dem Architekten oder Planer abzustimmen. Besonders in der Zu- und Ableitungsebene sollte auf eine platzsparende Verlegung der Fasern geachtet werden. Die in einem Einzelfaser-Management ankommenden Fasern am GF-AP können einen hohen Platzbedarf beanspruchen.

Für die Dimensionierung der Hauseinführung sind die Materialspezifikationen der Ableitungsebene relevant. Die empfohlene Mindestanforderung an das zu verwendende Material für den Außenbereich für die Mitverlegung nach § 77i Abs. 7 TKG ist in Tabelle 1 dargestellt. Insbesondere die Glasfaserkabel spezifiziert nach A2 sind montagefreundlicher, da diese einen engeren Biegeradius zulassen.

Tabelle 1: Empfohlene Mindestanforderungen für die Mitverlegung nach § 77i Abs. 7 TKG
 Quelle: BMVI „Handreichung für ein Materialkonzept zur Umsetzung des § 77i Abs. 7 TKG“
 vom August 2018 (modifiziert)

		Zuleitungsebene	Ableitungsebene	
Leerrohre (Mikrorohre)	Anzahl	mind. 4 Mikrorohre	mind. 7 Mikrorohre (1 je Hausanschluss)	
	Innendurchmesser (minimal)	nominal 8 mm	nominal 4 mm	
	Außendurchmesser	12 ^{+0,1} mm	7 ^{+0,1} mm	
	Wandstärke	2 ^{+0,15} mm	1,5 ^{+0,1} mm	
	Innenfläche	längs gerieft		
	Kennzeichnungsfarben und Zählweise	nach DIN EN 60794-5-20:2015-05 in Anlehnung an VDE 0888-520; 2015-05		
Glasfaserkabel	Bezeichnung	Minikabel	Mini- oder Mikrokabel	
	Faserzahl	mind. 96	mind. 4	
	Gemeinsame Parameter für Zuleitungs- und Ableitungsebene			
	Fasertyp	Referenz	nicht dispersions- verschobene Faser	gegen Biegeverluste unempfindliche Faser
		Singlemode nach ITU-T	G.652.D	G.657.A1/A2
		Einmodenfaser nach DIN EN IEC 60793-2-50	B-652.D	B-657.A1/A2
	Kennzeichnungsfarben und Zählweise	nach DIN VDE V 888-100-1-1		

- G.657.A1 beschreibt eine Singlemode-Faser, die Biege-
radien bis 10 mm zulässt.
- G.657.A2 beschreibt eine Singlemode-Faser, die Biege-
radien bis 7,5 mm zulässt.
- Die G.657.A1- und G.657.A2-Standards sind rückwärts-
kompatibel zum G.652.D-Standard (Low-Water-Peak-
Standard).

Anforderungen an Mikrorohre für Inhouse- Netzinfrastrukturen

Die empfohlenen Mindestanforderungen an die Mikro-
rohre für die Inhouse-Verlegung nach DIN EN 61386 sind
in Tabelle 2 dargestellt.

Erklärung der Maßangaben und Toleranzen

Um Anforderungen an mechanische Werte wie Schei-
tel- und Berstdruck sicherzustellen, werden für Mikro-
rohre Mindestanforderungen in Bezug auf die Parameter
„Außendurchmesser“ und „Wandstärke“ empfohlen. Ein
minimaler Innendurchmesser wird aufgrund der Toleranz-
bereiche für Außendurchmesser und Wandstärke nicht an-
gegeben. Je nach Toleranzlage kann der Innendurchmesser
3,8 bis 4,1 mm betragen. Die aufgeführten Toleranzen sind
zwingend einzuhalten, da es im Einblasprozess zu hohen

Tabelle 2: Empfohlene Mindestanforderungen an
7/4 Mikrorohre für die Inhouse-Verlegung

Quelle: PG-Technik der UAG Inhouse

Standard	Parameter	Beschreibung
Inhouse- Mikrorohre nach DIN EN 61386	Außendurchmesser	7 ^{+0,1} mm
	Wandstärke	1,5 ^{+0,1} mm
	<i>informativ: Innendurchmesser abgeleitet aus Außendurchmesser und Wandstärke</i>	<i>nominell: 4 mm</i>
	Innenfläche	längs gerieft
	Farbe	weiß

Drücken in den Mikrorohren kommt. Da der Toleranzbe-
reich für den Außendurchmesser und die Wandstärke den
Toleranzen der Kabel angepasst ist, wird bei Einhaltung der
Werte das Einblasen der Kabel über lange Strecken ermög-
licht.

Farbliche Kennzeichnung

Um ein neutrales Erscheinungsbild im gesamten Inhouse-
Bereich zu gewährleisten, sind die entsprechenden Mikro-
rohre ausschließlich weiß einzufärben.

Verarbeitung

Es wird empfohlen, die Inhouse-Mikrorohre bei Verlegung
mit einem Gasschutz zu verschließen. Die Installation eines
Gasschutzes wird empfohlen sowohl nach den Gebäude-
verteilern als auch innerhalb der WE, um die Ausbreitung
von verschiedenen brennbaren oder giftigen Gasen über
die Mikrorohrinfrastruktur zu vermeiden. Zusätzlich wer-
den durch den Gasschutzstopfen ebenfalls der Stecker und
die Spleiße in der Wohnung zugentlastet. Generell sollten
Mikrorohre während der Installation wie auch in der Nut-
zungsphase verschlossen werden, um Verschmutzung oder
Verstopfung vorzubeugen.

Einige Inhouse-Mikrorohre besitzen zudem die Eigen-
schaft, sich im Falle eines Brandes zusammenzuziehen, um
die Verteilung von Rauch- oder ähnlichen Gasen über die
Mikrorohrinfrastruktur zu verhindern.

Abbildung 15 zeigt beispielhaft den Abschlussstopfen eines
Mikrorohrs kommend von der Ableitungsebene.

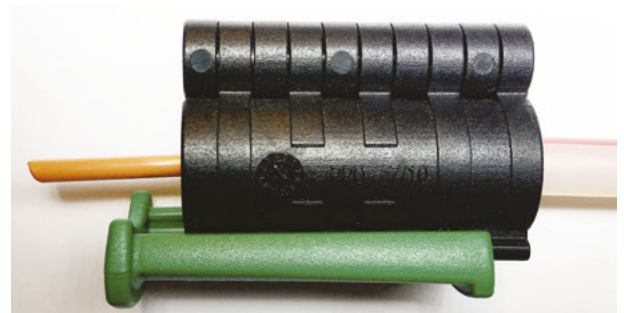


Abbildung 15: Abschlussstopfen eines Mikrorohrs kommend aus der
Ableitungsebene

Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.



Abbildung 16: Abschlussstopfen eines Inhouse-Mikrorohrs
Quelle: gabo Systemtechnik GmbH

Abbildung 16 zeigt beispielhaft den Abschlussstopfen für ein Inhouse-Mikrorohr. In die Mikroröhre wurde jeweils ein Glasfaserkabel eingezogen.

Das Glasfaserkabel erhält durch diesen Stopfen eine Dichtigkeit gegenüber Rauch und Gasen und zusätzlich eine Zugentlastung. Bei der Installation sollte auf den zusätzlichen Platzbedarf geachtet werden.

Für Elektroinstallationsrohre gibt es ähnliche Verschlussstopfen wie für Mikroröhre.

Abbildung 17 zeigt Verschlussstopfen für Elektroinstallationsrohre zur Vermeidung der Ausbreitung von



Abbildung 17: Verschlussstopfen für Elektroinstallationsrohre zur Vermeidung von Rauchausbreitungen
Quelle: FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

Rauchgasen. Diese Stopfen können nicht für eine Zugentlastung von Kabelverbindungen eingesetzt werden.



Abbildung 18: Beispiel eines Verschlussstopfens für Elektroinstallationsrohre
Quelle: FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

Abbildung 18 zeigt beispielhaft einen unverbauten Verschlussstopfen für Elektroinstallationsrohre.

In Kapitel 4.8 wird ausführlicher auf die Klassifizierung von Kabeln, Mikro- und Elektroinstallationsrohren sowie die europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO) eingegangen. Dort sind auch weitere Brandschutzbedingungen beschrieben.



Abbildung 19: Schematischer Aufbau eines Gasstopps für Hauswände
Quelle: gabo Systemtechnik GmbH

Durch einen an der Hauswand integrierten Gasstopp (siehe Abbildung 19) wird der Außenbereich vom Innenbereich technisch abgetrennt. Ein aus der Ableitungsebene kommendes Mikrorohr wird damit auf ein Inhouse-Mikrorohr umgesetzt. Der Gasstopp fixiert und dichtet das Kabel in

Längsrichtung bis 0,5 bar gegen das Eindringen von Gas und Wasser ab. Die Mikrorohre und Verbindungsstellen werden von Blenden verdeckt und mechanisch geschützt.

4.3 Hauseinführung

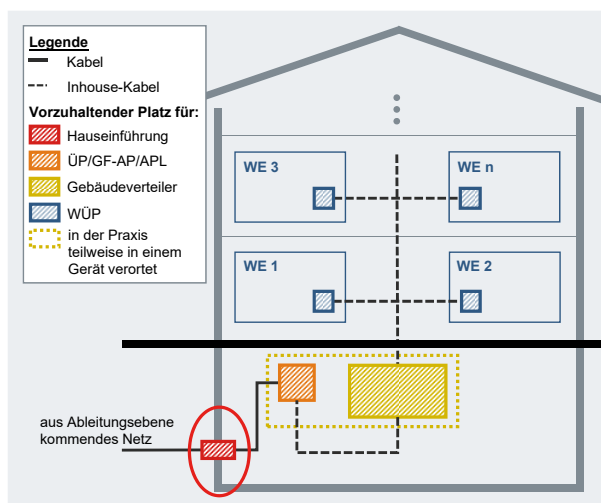


Abbildung 20: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf der Hauseinführung
Quelle: PG-Technik der UAG Inhouse

Abbildung 20 zeigt die Lage der Hauseinführung (hier rot gekennzeichnet) in einer schematischen Darstellung der Inhouse-Netzinfrastrukturelemente. Die folgenden Abschnitte gehen auf die verschiedenen Möglichkeiten der Hauseinführung ein und erläutern die Anforderungen, die sich in einem Neubau ergeben.

Die Hauseinführung für den Hausanschluss der Netzinfrastrukturen für Telekommunikation ist, wie auch für andere Versorgungssparten, so zu installieren, dass alle Anschlusseinrichtungen und die dort vorgesehenen Betriebseinrichtungen installiert, betrieben und instand gehalten werden können. Die Hauseinführung ist gas-, wasser- und gegebenenfalls druckwasserdicht herzustellen und muss für die geplante Verwendung geeignet sein. Je nach Aufbau des Mauerwerks oder der Bodenplatte kann

die Gebäudedurchdringung in der Bauphase durch eine Bohrung, durch den Einbau eines Futterrohrs oder durch den Einbau eines Schutzrohrs mit einer Abdichtmanschette erfolgen.

In Abstimmung mit den jeweiligen Versorgungsnetzbetreibern (Strom, Gas, Telekommunikation etc.) ist mit dem Gebäudeeigentümer für die Zuleitung aus der NE 3 bis zum Gebäudeeintritt für den Hausanschluss eine Trasse festzulegen. Entsprechend der Anzahl der Telekommunikationsnetzbetreiber sollte jeweils eine separate bauseitige Aussparung bzw. Bohrung mit einem für den jeweiligen Netzbetreiber passenden Durchmesser erstellt werden oder wird vom jeweiligen Netzbetreiber hergestellt. Hierbei wird empfohlen, dass jeder Netzbetreiber seinen eigenen Zugang von außen nach innen legt.

Grundsätzlich sind bezüglich der Anzahl und Größe der Hauseinführungen neben der Anzahl der vor Ort aktiven Netzbetreiber auch die Anforderungen des Gebäudeeigentümers zu berücksichtigen. So sollte zum Beispiel der Ort der Hauseinführung mit dem Gebäudeeigentümer möglichst vor Baubeginn des Gebäudes abgestimmt werden. Je nach Netzbetreiber kann es zudem unterschiedliche Vorgaben für die Erstellung und Umsetzung der Anschlüsse an die Netzinfrastrukturen geben. Die Hauseinführung selbst wird vom jeweiligen Netzbetreiber geliefert, eingebaut und entsprechend am Gebäudekörper abgedichtet.

Hauseinführungen können in Einsparten- und Mehrspartenhauseinführungen unterschieden werden, in denen jeweils eine oder mehrere Versorgungsleitungen durch eine Gebäudewand oder eine Bodenplatte in das Gebäude verlegt werden können.

Einspartenhauseinführung

Bei einer Einspartenhauseinführung wird je nach Gegebenheiten vor Ort und Beschaffenheit des eingesetzten Mikrorohrs in der Regel ein 24 bis 34 mm großes Bohrloch gesetzt. In dem abgedichteten erdverlegten Elektroinstallationsrohr wird dann zum Beispiel ein 12/8 Mikrorohr verbaut.

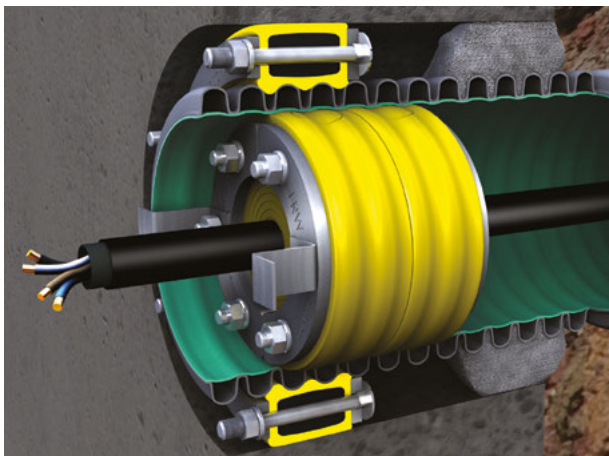


Abbildung 21: Einspartenhouseinführung mit erdverlegtem Elektroinstallationsrohr und variablem Dichteinsatz (bis zu vier Kabel oder Rohre von 7 bis 18 mm) durch Kernlochbohrung (oben) bzw. durch eine Bodenplatte (unten)

Quelle: FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

In Abbildung 21 sind beispielhaft die Ausführungen einer Einspartenhouseinführung durch eine Bohrung bzw. durch eine Bodenplatte dargestellt. In beiden Beispielen wird die Houseinführung durch ein erdverlegtes Elektroinstallationsrohr gestützt.

Soll zur Stützung des Bohrlochs kein erdverlegtes Elektroinstallationsrohr verwendet werden, wird das in der Regel eingesetzte 7/4 Mikrorohr (oder größer) durch ein üblicherweise 15 mm großes Bohrloch in das Haus eingeführt, das anschließend zur Befestigung und Dichtung mit Expansionsharz ausgefüllt wird (siehe Abbildung 22 oben). Abbildung 22 zeigt zwei alternative Einspartenhouseinführungen, von denen die obere mit Expansionsharz ausgefüllt ist. Die Einspartenhouseinführungen können je nach Netzbetreiber unterschiedlich ausgeführt werden.

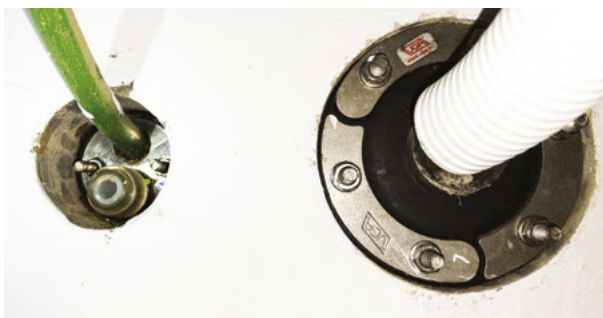


Abbildung 22: Einspartenhouseinführung für einen bzw. zwei Netzbetreiber

Quelle: willy.tel GmbH

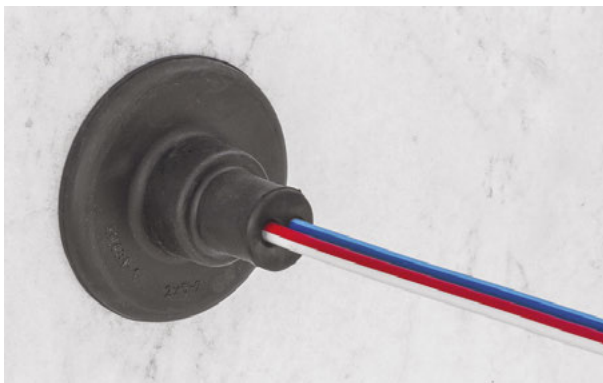


Abbildung 23: Einspartenhouseinführung für den grabenlosen Hausanschluss

Quelle: Hauff-Technik GmbH & Co. KG

Abbildung 23 zeigt eine Möglichkeit für eine nachträglich gelegte Hauseinführung. Die grabenlose Hauseinführung ist gas- und wasserdicht bis zu 1 bar möglich. Die Montage erfordert geringen Zeitaufwand, wobei keine Wiederherstellung der Kellerabdichtung nach DIN 18195 Teil 4 erforderlich ist. Das in der Regel eingesetzte 7/4 Mikrorohr wird durch ein Bohrloch in das Haus eingeführt, das anschließend zur mechanischen Befestigung und Abdichtung mit Expansionsharz ausgefüllt wird.

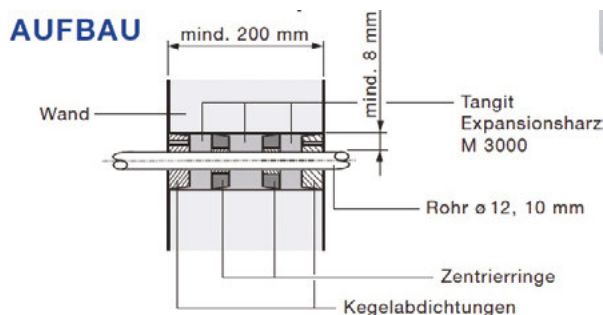
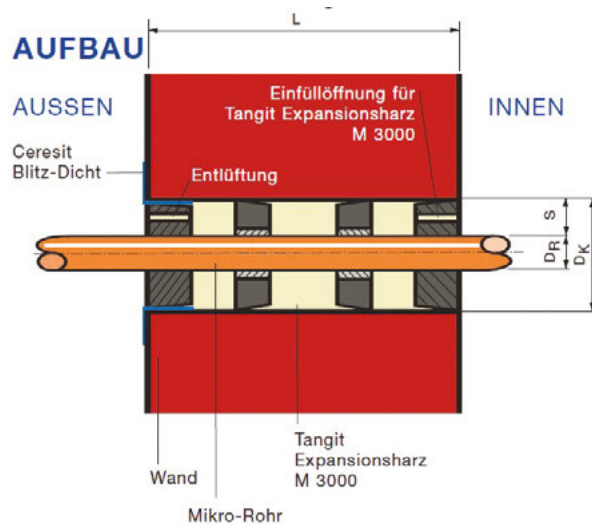


Abbildung 24: Beispielhafte Abdichtung einer Einspartenhaus-einführung
Quelle: August Behrens GmbH (Fab)

Abbildung 24 zeigt den schematischen Aufbau einer Haus-einführung. Nach der Bohrung werden in das Bohrloch das Mikrorohr und die jeweils erforderlichen Dichtungen ein-gebracht. Dies geschieht mithilfe von Zentrierringen und Kegelabdichtungen. Die Abdichtung zur Außenwand wird

noch einmal speziell abgedichtet und die Zwischenräume mit einem speziellen Expansionsharz aufgefüllt.



Abbildung 25: Beispielhafte Abdichtung einer Einspartenhaus-einführung mit Expansionsharz
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Abbildung 25 zeigt beispielhaft dieses Auffüllen der Zwischenräume mit Expansionsharz. Bei diesen Verfahren muss die Wanddicke mindestens 200 mm betragen. Dies ist ein gängiges Verfahren, mit dem die Netzbetreiber eine dauerhafte Hauseinführung realisieren. Bei der Verlegung mehrerer Versorgungsleitungen in ein Gebäude ist üblicherweise eine separate Einspartenhaus-einführung für jeden Versorgungsnetzbetreiber anzustreben, da es zwischen den Versorgungsnetzbetreibern für die Nutzung eines gemeinsamen Bohrlochs keine klare Regelung der Ver-antwortlichkeiten bei zum Beispiel Undichtigkeiten oder Gewährleistungen gibt. Werden mehrere separate Hausein-führungen nebeneinander erstellt, ist daher insbesondere auf einen Mindestabstand von in der Regel 10 bis 20 cm zu achten (siehe Abbildung 22) oder es ist ein gesonderter Zugangsbereich für das Gebäude vorgesehen. Abbildung 26 zeigt einen solchen vorgesehenen Zugangsbereich mit vier separaten Einpartenhaus-einführungen.

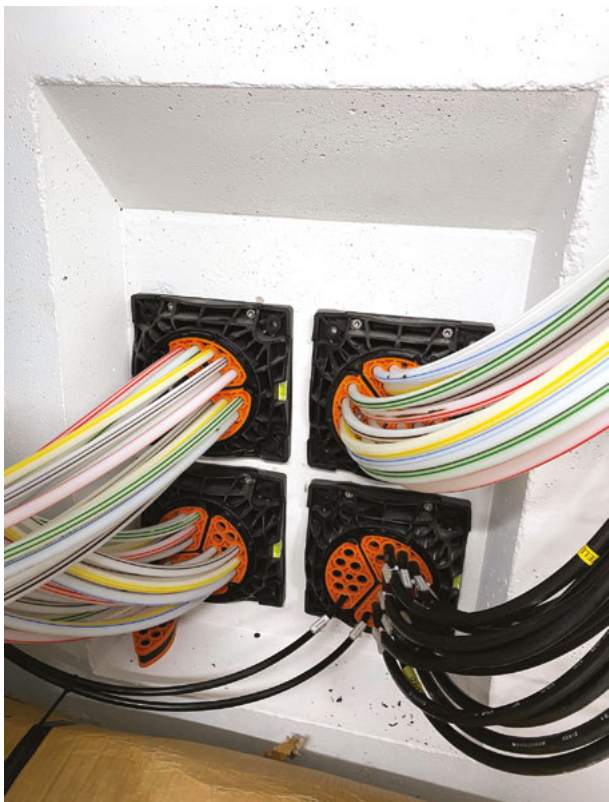


Abbildung 26: Vier separat installierte Einspartenhouseinführungen unterschiedlicher Netzbetreiber
Quelle: Gigabitbüro des Bundes

Mehrpartenhouseinführung

Die Mehrpartenhouseinführung, die eine Bündelung verschiedener Versorgungsleitungen inklusive mehrerer Telekommunikationsleitungen ermöglicht, wird vermehrt im Bereich der neu errichteten Gebäude verwendet. Dabei müssen unter anderem die Verantwortlichkeiten der verschiedenen (Versorgungs-)Netzbetreiber beachtet werden.

Abbildung 27 zeigt einen beispielhaften Zugang von der Ableitungsebene zur Gebäudeaußenwand. Dort wird der Zugang für einen Stromnetzbetreiber und für zwei Telekommunikations-Netzbetreiber mit Mikrorohren dargestellt.

In einem weiteren Beispiel zeigt Abbildung 28 die gemeinsame Nutzung einer Hauseinführung durch einen Stromnetzbetreiber sowie durch drei unterschiedliche

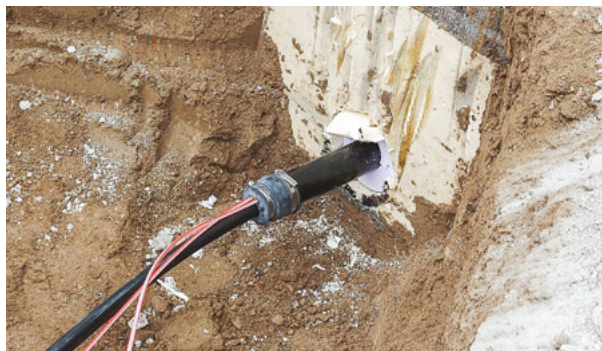


Abbildung 27: Mehrpartenhouseinführung an der Gebäudeaußenwand
Quelle: Emtelle GmbH

Telekommunikations-Netzbetreiber. Im rechten Teil der Abbildung 28 wird dargestellt, dass in dieser Mehrpartenhouseinführung zu Beispiel ein Zugang von bis zu fünf einzelnen Mikrorohren und weiteren größeren Telekommunikations-Zugängen möglich ist.

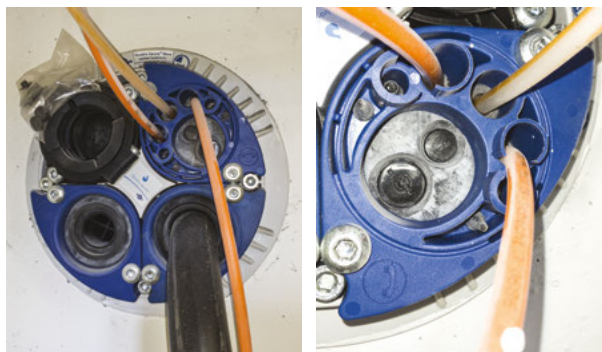


Abbildung 28: Mehrparteneinführung mit Zugang für Strom- und drei Telekommunikations-Netzbetreibern
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Eine Hürde für die Nutzung von Mehrpartenhouseinführungen könnten die Koordination und Absprache unter den Versorgungsnetzbetreibern bezüglich der Installation verschiedener Versorgungsleitungen in einem gemeinsamen Bohrloch darstellen.

Bei Mehrpartenhouseinführungen ist zu beachten, dass die Zuführung eines Telekommunikations-Netzbetreibers vor den weiteren Zuführungen der Versorgungsnetzbetreiber geschützt werden sollte. Durch einen erhöhten Druck

auf die Telekommunikations-Netzinfrastruktur kann es zu Undichtigkeiten kommen. Der Telekommunikations-Netzbetreiber sollte beachten, dass seine Abdichtung die notwendige mechanische Festigkeit besitzt, um vor den Zuführungen der anderen Versorgungssparten geschützt zu sein.

4.4 Übergabepunkt/Abschlusspunkt

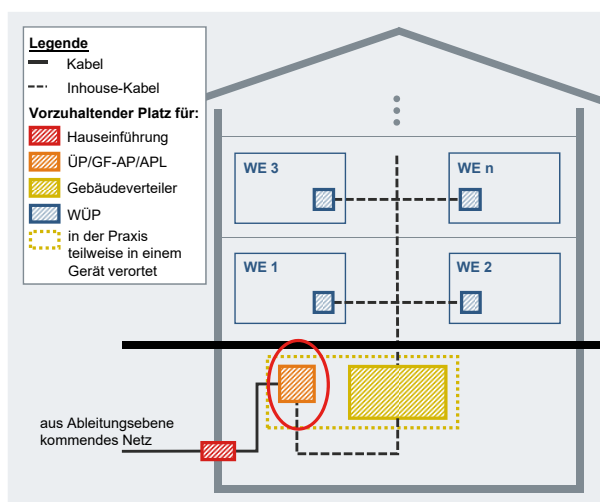


Abbildung 29: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Übergabepunkt
Quelle: PG-Technik der UAG Inhouse

Abbildung 29 zeigt die schematische Übersicht der Verortung des ÜP bei HFC-Netzinfrastrukturen, des GF-AP bei PON-, PtMP- und PtP-Netzinfrastrukturen bzw. des APL bei Kupferdoppelader-Netzinfrastrukturen. In dem folgenden Abschnitt werden die Platzbedarfe und Anforderungen an die jeweiligen Standorte der ÜP, GF-AP bzw. APL aufgeführt. Für ÜP und GF-AP wird ein Platzbedarf gemäß Tabelle in Anhang 6.1 empfohlen. Da der Kupferdoppelader-APL in diesem Dokument als optionale Bauweise betrachtet wird, ist er im Anhang 6.1 nicht näher beschrieben (siehe dazu auch Entscheidungsdiagramme in Anhang 6.4).

Im Anschluss an die Hauseinführung wird jeweils für jede Netzinfrastruktur ein separater zentraler ÜP, GF-AP bzw.

APL installiert, der die Schnittstelle zur Inhouse-Netzinfrastruktur bildet. Eine wichtige Funktion dieser Schnittstelle ist die notwendige Trennung von Außenbereich und Inhouse-Bereich. Hier findet ein Materialwechsel statt, da im Inhouse-Bereich unterschiedliche Anforderungen an das Material als im Außenbereich gelten. Mikrorohre und Elektroinstallationsrohre im Inhouse-Bereich müssen mit „CE“ gekennzeichnet sein und Kabel im Inhouse-Bereich müssen den Brandschutzklassen entsprechen (siehe Kapitel 4.8).

Für die Verortung des ÜP, GF-AP bzw. APL mit hinreichend Platz für die einzelnen zugehörigen Elemente und für den Gebäudeverteiler (insbesondere bei der PtP- und aktiven PtMP-Glasfasertechnologie) ist ein zentraler Raum und gegebenenfalls dezentraler Platz vorzusehen. Die entsprechenden Platzbedarfe sind in Anhang 6.1 für die jeweiligen Technologien dargestellt. Bei der HFC-Technologie werden die Verteiler meist dezentral in der Nähe des Bereichs des jeweiligen Treppenaufgangs installiert. Dort ist ein entsprechender Platzbedarf vorzusehen. Brandschutzvorgaben sind einzuhalten.

Die Technik der jeweiligen Netzbetreiber sollte in einer sinnvollen Anordnung an einer Wand in einem entsprechenden Raum, der mit einer Sicherheitstür verschließbar ist, angebracht werden. Hierbei ist zu empfehlen, den vorgesehenen Platz aufgrund verschiedener technischer Vorgaben und möglicher zusätzlicher Anschlüsse ressourcensparend zu nutzen. Sind mehrere Netzbetreiber in dem Gebäude aktiv, sollte der Platz an der Wand den jeweiligen Netzbetreibern gleichberechtigt zugewiesen werden. Diese Zuweisung kann an einer Wand oder je nach Netzbetreiber und Möglichkeit an unterschiedlichen Wänden stattfinden. Eine gemischte Nutzung des zugewiesenen Platzes sollte vermieden werden.

Um eine sachgerechte Installation und Bearbeitung von Mikrorohren an den ÜP, GF-AP bzw. APL der verschiedenen Technologien, der Gebäudeverteiler und der zugehörigen Komponenten zu gewährleisten, sollte entsprechendes Equipment (z. B. Zugentlastung, Gasschutz-Verbinder für Mikrorohre) verwendet werden, wie in Abbildung 30 ersichtlich ist.



Abbildung 30: Equipment zur Ausrüstung von Mikrorohren
Quelle: gabo Systemtechnik GmbH

Abbildung 31 zeigt einen APL im Bereich der Kupferdoppelader-Technologie. An diesem werden die gebündelten Kupferdoppeladern aus der Ableitungsebene über die Hauszuführung geleitet und anschließend jeweils in einem separaten Elektroinstallationskabel in die jeweilige WE geführt. Dabei wird das ankommende Leitungselement entbündelt und die Leitungen einzeln mit den WÜP verbunden. Für einen Kupferdoppelader-APL ist keine externe Stromversorgung notwendig.

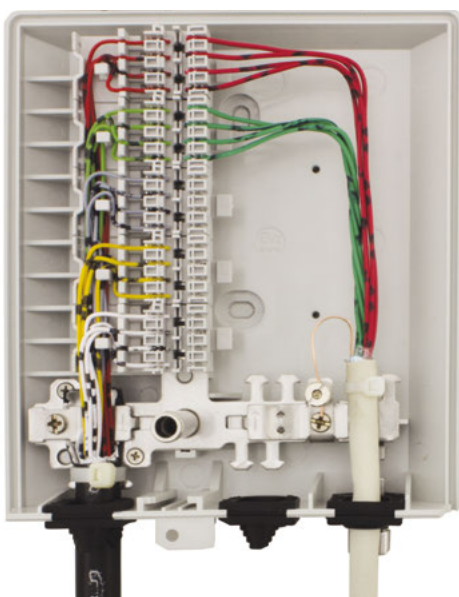


Abbildung 31: Kupferdoppelader-APL
Quelle: TKM Telekommunikation und Elektronik GmbH

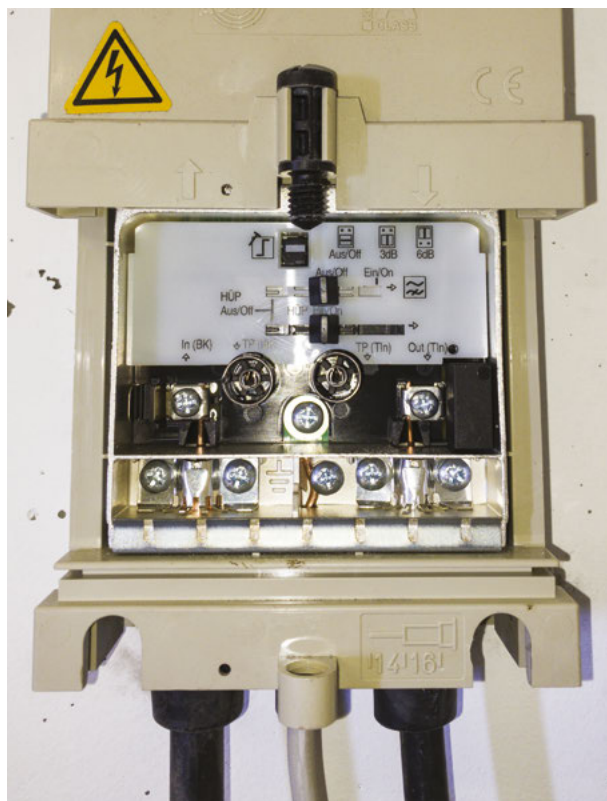
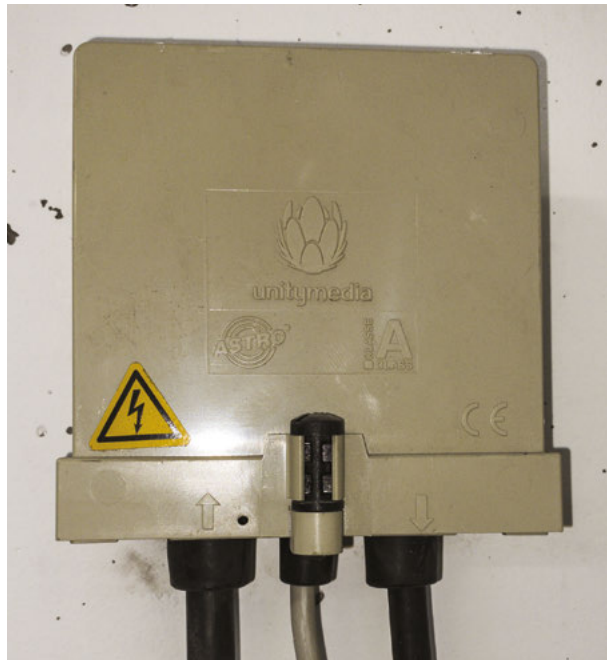


Abbildung 32: HFC-ÜP im geschlossenen und geöffneten Zustand (koaxiale Verkabelung)
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Für HFC-Netzinfrastrukturen wird über die Ableitungsebene und Hauseinführung ein Koaxialkabel an den HFC-ÜP (siehe Abbildung 32) geleitet. Es ist keine externe Stromversorgung notwendig.

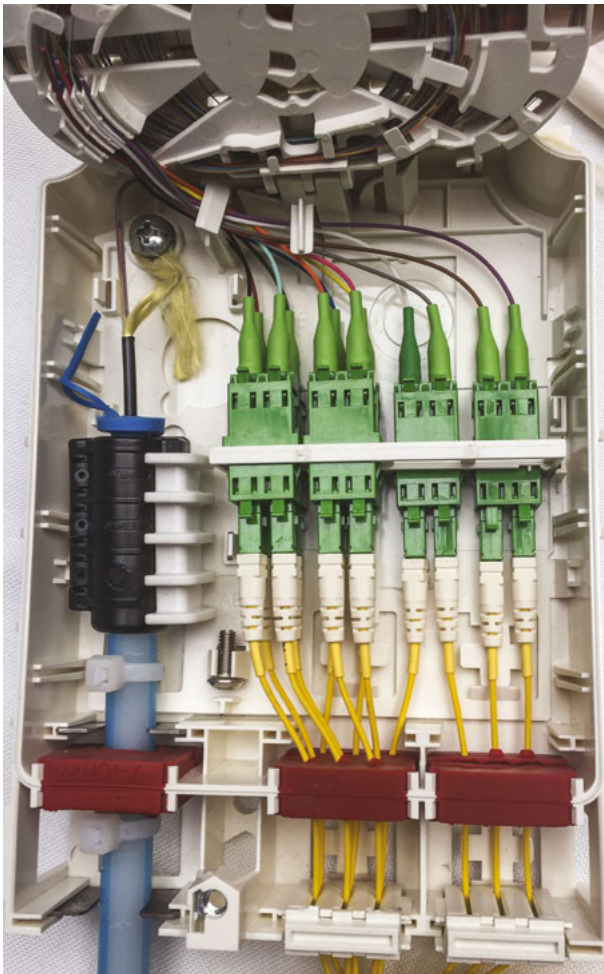


Abbildung 33: GF-AP mit Mikrorohreinführung
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Abbildung 33 zeigt einen GF-AP für eine Glasfaser-Technologie, in welcher aus der Ableitungsebene über die Hauseinführung die Glasfaser zum GF-AP geleitet wird. Hierbei ist darauf zu achten, dass das von außen ankommende Mikrorohr (immer farblich markiert, hier blau) gegen eindringendes Gas und Wasser abzudichten ist. Ein GF-AP dient zusätzlich der notwendigen Trennung von Außenbereich und Inhouse-Bereich.

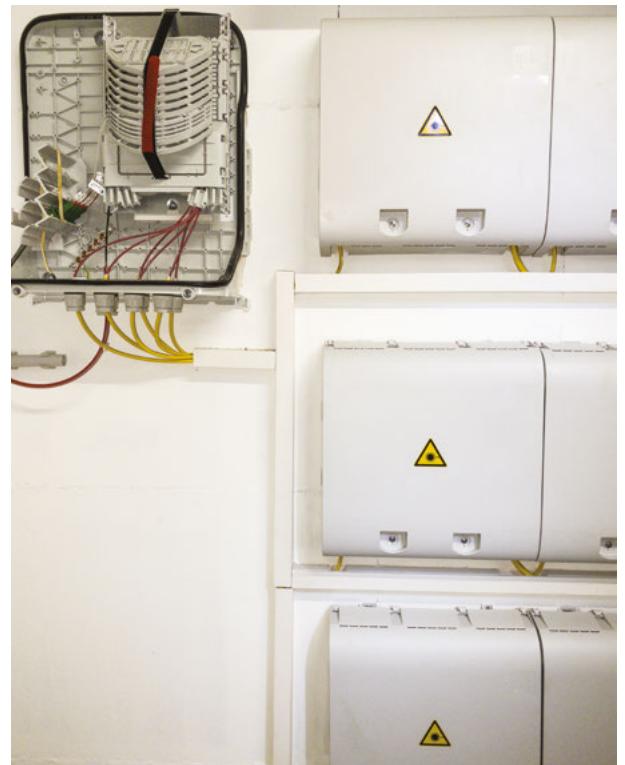
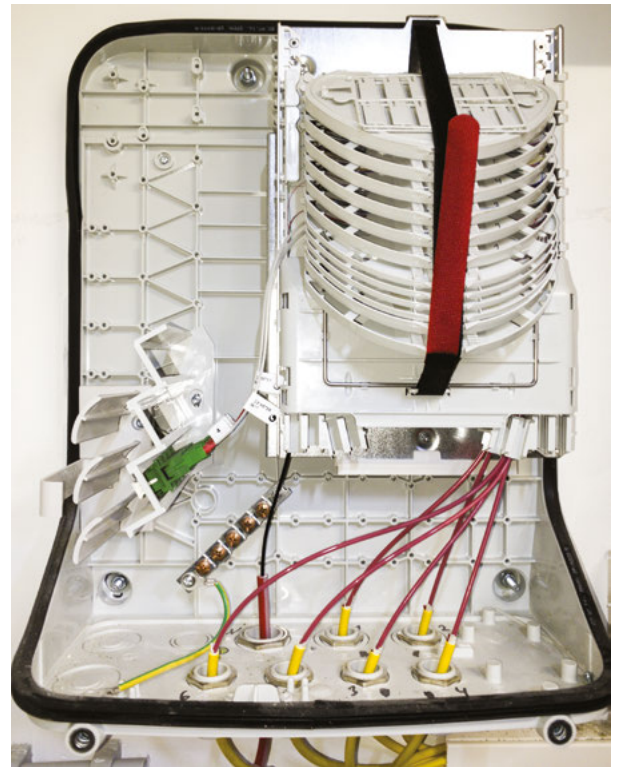


Abbildung 34: GF-AP für eine PON-Verteilung
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Hier findet ein Materialwechsel statt, da im Inhouse-Bereich unterschiedliche Anforderungen an das Material als im Außenbereich gelten. Der Materialübergang erfolgt in der Regel über eine entsprechende optische Steckverbindung oder Spleiße. Es ist keine externe Stromversorgung notwendig. Abbildung 34 zeigt die Aufteilung der



Abbildung 35: Einzelfaser-Management am GF-AP für eine PtP-Verbindung
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

ankommenden Glasfaserleitung auf sechs verschiedene Verteil-
leitungen, die jeweils zu einem Gebäudeverteiler führen.

Abbildung 35 zeigt einen GF-AP für die PtP-Technologie, bei der die Glasfasern mittels Einzelfaser-Management über die Hauseinführung in das Gebäude eingebracht werden. Jeweils zwei Fasern werden in einer entsprechenden Spleißkassette abgelegt.



Abbildung 36: Darstellung der Installationsleitung zu den WÜPs
Quelle: ANGA der Breitbandverband e. V.

Abbildung 36 zeigt beispielhaft die Führung der Gebäudeinstallationen vom GF-AP bzw. Gebäudeverteiler hin zu den WÜP, die auch an den weißen Mikrorohren erkennbar ist. Die Mikrorohre sind nach Möglichkeit mit einem Gasschutz nach dem GF-AP sowie vor den WÜP zu versehen. Beim Einsatz des Gasschutzes ist unter Berücksichtigung des Platzbedarfs vorzusehen, dass die Enden der Mikrorohre in einem abgestuften Schnitt in einem entsprechenden Verteilschrank untergebracht werden. Ansonsten würde das Volumen des Mikrorohrbündels durch parallele Gasschutzstopfen stark ansteigen. Es ist keine externe Stromversorgung notwendig.

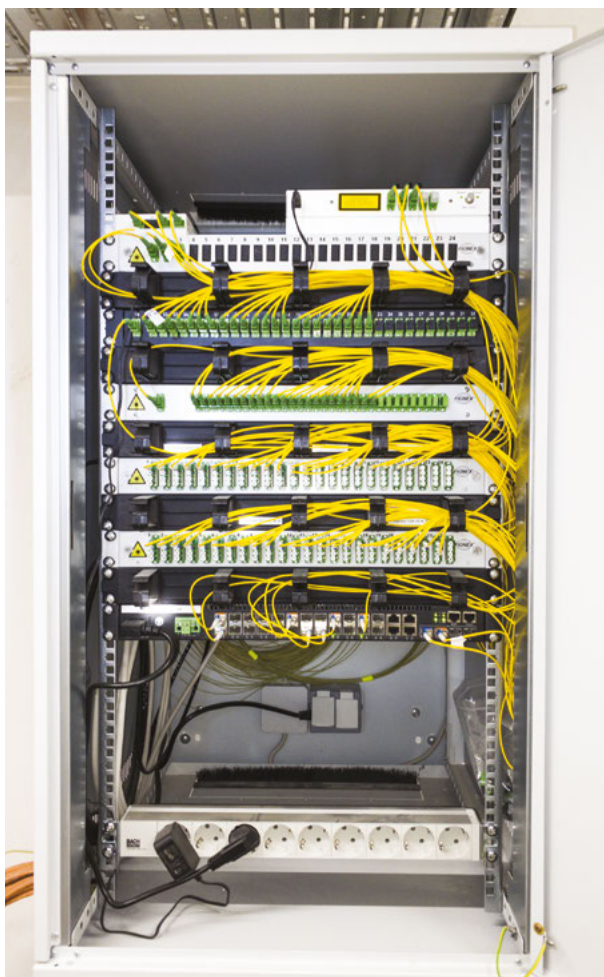


Abbildung 37: GF-AP für eine PtMP-Verbindung mit Gebäudeverteiler für 64 WE
Quelle: willy.tel GmbH

Für PtMP-Netzinfrastrukturen wird die über die Hauseinführung geleitete Glasfaser in ein Gehäuse geführt, in dem die aktive Technik (Switch-Technologie) untergebracht ist. Abbildung 37 zeigt einen GF-AP für die PtMP-Technologie in Kombination mit einem integrierten Gebäudeverteiler. In diesem Bereich ist eine Stromversorgung zwingend notwendig, für die üblicherweise kein Fehlerstromschutzschalter notwendig ist. Der GF-AP (PtMP) ist daher vor nicht autorisiertem Zugriff zu schützen. Die Arbeit an den GF-AP ist nur von entsprechend geschultem Fachpersonal durchzuführen.

4.5 Gebäudeverteiler

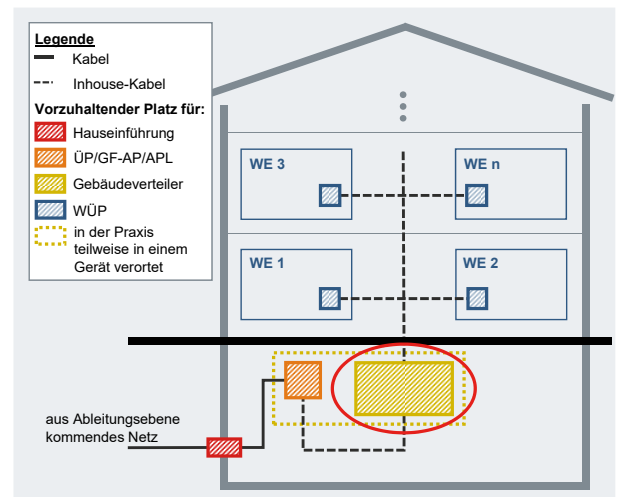


Abbildung 38: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Gebäudeverteiler
Quelle: PG-Technik der UAG Inhouse

Abbildung 38 zeigt die schematische Übersicht der Verortung des Gebäudeverteilers. Gebäudeverteiler können je nach Netzkonzept zentral oder in einem dezentralen Bereich verortet sein. Die folgenden Abschnitte gehen auf die jeweiligen Anforderungen und Bedingungen ein. Für die jeweiligen Gebäudeverteiler wird ein Platzbedarf gemäß Tabelle in Anhang 6.1 empfohlen. Da der Kupferdoppeler-Gebäudeverteiler in diesem Dokument als optionale Bauweise betrachtet wird, ist er im Anhang 6.1 nicht näher

beschrieben (siehe dazu auch Entscheidungsdiagramme in Anhang 6.4).

In Mehrfamilienhäusern werden die aus dem ÜP, GF-AP bzw. APL kommenden Kabel in einem Gebäudeverteiler in die einzelnen WE weitergeleitet. Gebäudeverteiler können auch räumlich im ÜP, GF-AP bzw. APL integriert sein. Abhängig von den verschiedenen Netzbetreibern und der verwendeten Netzinfrastruktur existieren Gebäudeverteiler in unterschiedlichen Größen.

Für aktive Netzinfrastrukturen besteht für die benötigte aktive Technik zur Umsetzung oder Verstärkung der Signale an den Gebäudeverteilern Platzbedarf für die Installation der elektrischen Anschlüsse. Hierbei ist neben Steckdosen und Zwischenzählern für den Betrieb der aktiven Technik auch eine eventuell erforderliche Umsetzung unterschiedlicher Netztechnologien zu berücksichtigen. Für die erforderlichen Steckdosen müssen eine ausreichende Stromversorgung und eine entsprechende Absicherung für die jeweilige Technik vorhanden sein.

Abbildung 39 zeigt einen Gebäudeverteiler für eine Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur. Die Kupferdoppelader-Leitungen werden vom Gebäudeverteiler abgehend den einzelnen WE zugeführt.

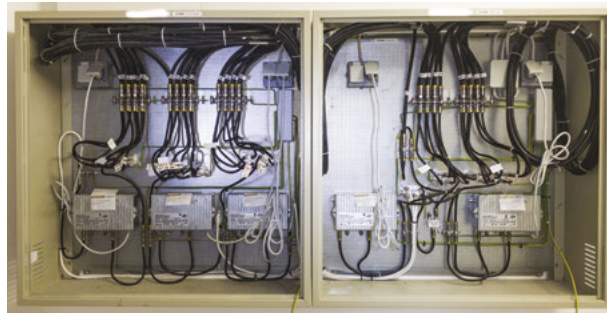
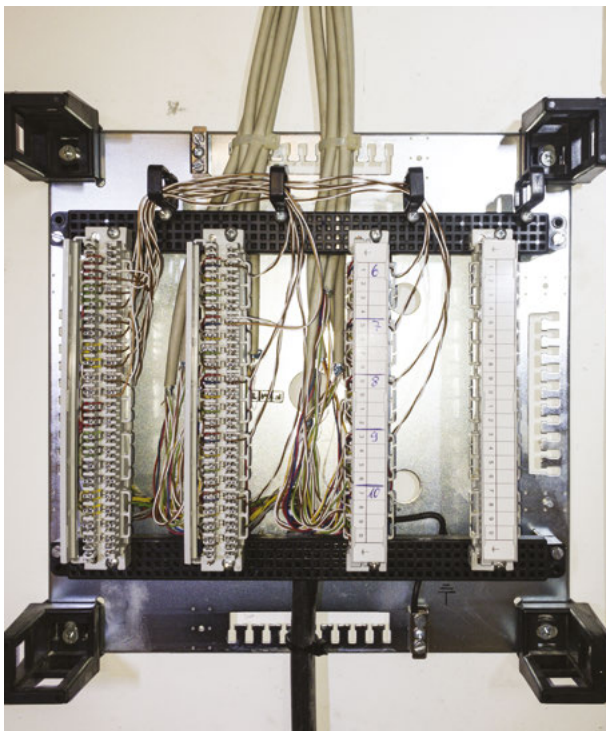
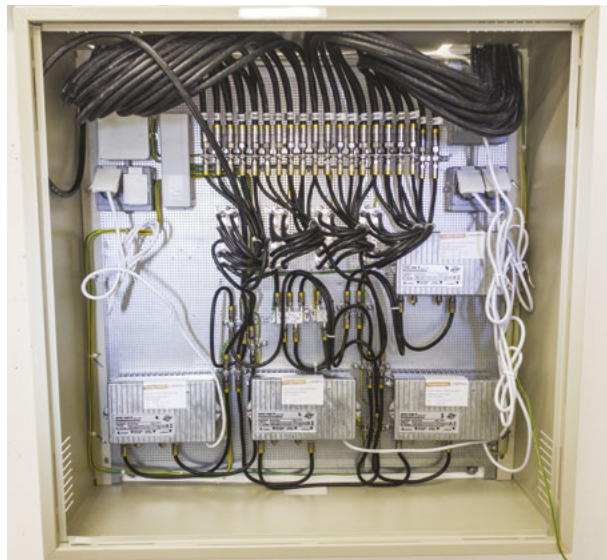


Abbildung 40: Koaxial-Gebäudeverteiler für 24 WE (oben) bzw. 36 WE (unten)
Quelle: Marienfeld Multimedia GmbH

Abbildung 40 zeigt beispielhafte Lösungen für Gebäudeverteiler in der HFC-Netzinfrastruktur. Wenn eine höhere Anzahl an WE über den Gebäudeverteiler versorgt werden sollen, wird in der Regel ein weiterer Verteilschrank gesetzt, der die notwendige Technik beinhaltet. Dementsprechend sollte der Platzbedarf geplant werden.

Abbildung 39: Passiver Kupferdoppelader-Gebäudeverteiler, hier als APL genutzt
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.



Abbildung 41: HFC-Gebäudeverteiler mit darüberliegendem Kabelführungssystem/Kabelwanne
Quelle: Marienfeld Multimedia GmbH

Abbildung 41 zeigt einen HFC-Gebäudeverteiler und dessen Anschluss an das darüberliegende Kabelführungssystem. Über das Kabelführungssystem werden die Leitungen (in Horizontalverlegung) zu den jeweiligen Wohnungen geführt.

Abbildung 42 zeigt Multitaps für eine Sternverkabelung, ausgehend vom Gebäudeverteiler. Mittels der Multitaps kann jeder WÜP einzeln über jeweils eine Leitung angesteuert werden. Eine Baumverkabelung wird heute nahezu nicht mehr eingesetzt.



Abbildung 42: HFC-Verteilung mit Multitaps zur Versorgung der WE in Sternverkabelung
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

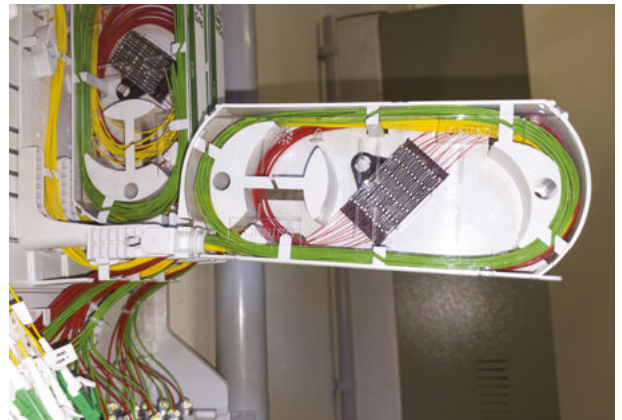


Abbildung 43: PON-Gebäudeverteiler
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Abbildung 43 zeigt einen modularen PON-Gebäudeverteiler, der auch direkt als eine Kombination von GF-AP und Gebäudeverteiler genutzt werden kann. Von diesem passiven Verteiler werden die Signale vom Splitter zu den einzelnen WÜP geführt.



Abbildung 44: Kabelführungssystem für eine Glasfaser-Verteilung über Kabel (oben) und über Mikrorohre (unten)
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Abbildung 44 zeigt den Anschluss vom Gebäudeverteiler an ein Kabelführungssystem über Glasfaserkabel bzw. über Mikrorohre. Über das Kabelführungssystem werden die Leitungen (in Horizontalverlegung) zu den jeweiligen Steigschächten geführt.

Abbildung 45 zeigt einen aktiven PtMP-Gebäudeverteiler für die Versorgung eines Wohngebäudes mit bis zu 50 WE.

Abbildung 46 zeigt die Kabelführung vom PtMP-Gebäudeverteiler hin zur weiteren Verteilung (oberes Bild). Das untere Bild zeigt die Führung der Einzelfasern im Gebäude für FTTH mit vier Fasern pro WE.

Der Platzbedarf für die Gebäudeverteilung hängt von der Art der genutzten Verkabelung (Kupferdoppelader, Koaxial-Verkabelung, passive/aktive Glasfaser) für die jeweiligen Technologien ab.



Abbildung 45: Aktiver PtMP-Gebäudeverteiler mit Patchfeldern
Quelle: willy.tel GmbH

Durch den größeren Faserbedarf von PtP- und aktiven PtMP-Technologien entsteht ein erhöhter Platzbedarf für die Montage der Netzinfrastrukturen im Gebäude. Für Gebäudeverteiler dieser Technologien ist mehr Platz vorzusehen als für PON- oder Koaxialnetz-Netzinfrastrukturen.



Abbildung 46: Gebäudeverteiler und Einzelfaser-Verteilung über Kabelführungssystem
Quelle: willy.tel GmbH



Abbildung 47: FTTH-Wohnanlage mit 100 (oben) bzw. 60 (unten) WE, Nutzung von Glasfaser-Netzinfrastrukturen unterschiedlicher Anbieter; Netzkomponenten für PON (links) und PtMP mit aktiver Technik für IP und DVB-C/CATV (rechts)
Quelle: willy.tel GmbH

Abbildung 47 zeigt beispielhaft den unterschiedlichen Platzbedarf für parallele PON- und aktive PtMP-Gebäudeverteiler verschiedener Netzbetreiber in Wohnanlagen mit 100 bzw. 60 WE.



Abbildung 48: Einzelfaser-Management zur Anbindung der WE (FTTH)
Quelle: willy.tel GmbH

Abbildung 48 zeigt den Aufbau einer Glasfaser-Anbindung im Einzelfaser-Management für FTTH (vier Glasfasern pro WE), an der jeweilige Schaltvorgänge für mehrere Wohngebäude zentral vorgenommen werden können.

4.6 Etagenverteiler

Bei größeren Mehrfamilienhäusern mit mehr als circa 12 WE pro Treppenaufgang können zusätzliche Etagenverteiler erforderlich sein. Abbildung 49 stellt schematisch die Verortung von Etagenverteilern in solchen Mehrfamilienhäusern dar.

Der Etagenverteiler ist eine mögliche Schaltstelle auf den Etagen. Er wird dann verwendet, wenn eine direkte Kabelverlegung zwischen Gebäudeverteiler und WÜP nur mit hohem Aufwand möglich ist. Die Leitungen bzw. Fasern des Steigleitungskabels werden auf die zu den WE führenden Leitungen bzw. Fasern verteilt. Deren Verbindung innerhalb des Etagenverteilers sollte zum Beispiel mit Patches, Spleißen bzw. Rangieren erfolgen. Von einem Etagenverteiler aus können Wohnungen mehrerer Etagen versorgt werden.

Die Etagenverteiler, wie auch die Gebäudeverteiler, sind von Treppenträumen durch mindestens feuerhemmende

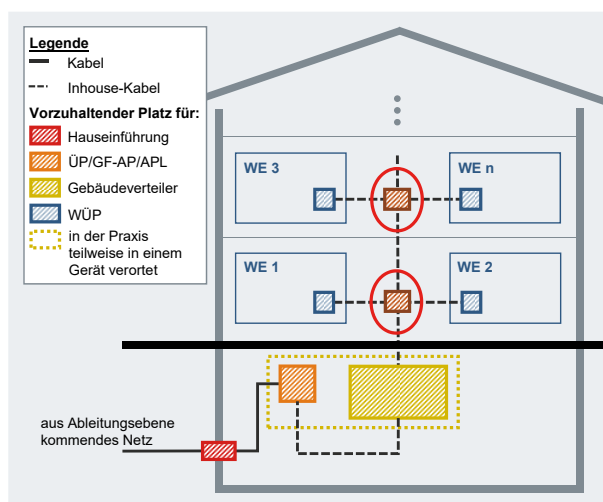


Abbildung 49: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Etagenverteiler
Quelle: PG-Technik der UAG Inhouse

Bauteile aus nicht brennbaren Baustoffen abzutrennen. Zudem ist der Brandschutz zu beachten (siehe auch Kapitel 4.8).

4.7 Mikrorohr-, Elektroinstallationsrohr- und Kabelarten im Gebäude

Bei der Auswahl von Mikrorohr-, Elektroinstallationsrohr- und Kabelarten innerhalb von Gebäuden gilt es, neben einschlägigen Verordnungen (z. B. Brandschutzvorgaben) auch auf Anforderungen der einzelnen Netzinfrastrukturen zu achten. Insbesondere sollte die freie Kapazität von Elektroinstallationsrohren ausreichend bemessen sein, um mögliche zukünftige Anforderungen so abdecken zu können, dass in größerem Umfang zusätzliche bauliche Veränderungen nicht erforderlich werden. Somit lassen sich spätere Investitionen in die Inhouse-Netzinfrastruktur deutlich reduzieren und kann auf neue Bedarfe schnell und flexibel reagiert werden.

Da zukünftige Anforderungen an die Inhouse-Netzinfrastrukturen nicht verlässlich prognostiziert werden können, scheint es in den meisten Fällen ratsam, ausreichend Reservekapazitäten einzuplanen. Damit kann in kommenden

Jahren auch auf unvorhergesehene Entwicklungen reagiert werden, ohne dass in eine Erweiterung oder einen Austausch der vorhandenen Netzinfrastrukturen investiert werden muss.

Neue Geschäftsmodelle in den Bereichen Smart Home und Smart City werden vermutlich auch zu einer deutlichen Zunahme der Anzahl der Netzbetreiber und Dienstleister solcher Anwendungen führen, von denen einige separate Zugangsmöglichkeiten bzw. Leitungen benötigen werden.

Für diese mögliche zukünftige Erweiterung kann vom ÜP, GF-AP bzw. APL oder vom Gebäudeverteiler zusätzlich mindestens ein Mikrorohr/Elektroinstallationsrohr für eine Glasfaseranbindung zu den einzelnen Etagen und bis zum Dach geführt werden. Damit können zukünftige Anforderungen an eine Mobilfunk- (5G-) bzw. WiFi-Versorgung innerhalb des Gebäudes und der Wohnungen sowie an eine mögliche Anbindung von entsprechenden Antennen für eine Mobilfunk-/5G-Versorgung sichergestellt werden. Hinweis: Die notwendige Stromversorgung dieser Anlagen muss entsprechend der Bedarfe dimensioniert werden.

Für Telekommunikationsanlagen sind Kabel und Leitungen gebäudeintern grundsätzlich auswechselbar, zum Beispiel verlegt in Elektroinstallationsrohren oder Elektroinstallationskanälen, zu führen (vgl. DIN 18015-1 „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“). Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass durch fortschreitende technologische Entwicklungen oder bei einem Technologiewechsel die vorhandenen Kabel ausgetauscht werden können. Bei einer Erstbelegung von Elektroinstallationsrohren sollten nur circa 50 Prozent (gemäß VDE 0100-520, Beiblatt 1) der nutzbaren Querschnittsfläche durch Kabel belegt werden. Die Regel gilt nicht, wenn das Elektroinstallationsrohr mit Mikrorohren belegt wird. Ein Kabelführungssystem muss die Installation und die Entnahme einzelner Kabel ohne das Risiko einer Beschädigung der Elektroinstallationsrohre und bereits installierter Kabel ermöglichen.

Die Mikro- und Elektroinstallationsrohre werden vom Gebäudeverteiler aus sternförmig in die einzelnen Wohnungen verlegt und enden dort am Teilnehmeranschluss. Für lange Verlegestrecken ist die Verwendung von Elektroinstallationsrohren und Mikrorohren mit guten

Gleiteigenschaften für die zu verlegenden Kabel zu empfehlen.

Grundsätzlich ist bei der Verlegung eines Mikrorohrs, eines Elektroinstallationsrohrs, einer Steigleitung sowie bei anderen Verlegungen die Wahl eines geeigneten Versorgungswegs zu beachten. Es ist vorab zu klären, welcher Gebäudeklasse (GKL) das zu versorgende Gebäude zuzuordnen ist und welche besonderen Vorgaben bezüglich der Nutzung des Gebäudes vorliegen. Bei Durchbrüchen von Wänden, Decken, Stützen, Unterzügen, Türdurchgängen etc. ist zu prüfen, ob Brandschutzbereiche durchbrochen werden und welcher Feuerwiderstandsklasse diese Bereiche zugeordnet sind. Es ist vorab mit dem Architekten bzw. Planer zu klären, welche Brandschutzbereiche in welcher Art und Weise durchquert werden dürfen und wie der Brandschutz nach der Baumaßnahme wiederherzustellen ist (siehe dazu auch Kapitel 4.8). Erst in zweiter Linie wird die technisch maximale Einblaslänge relevant. Der Brandschutz steht hier über allen anderen technischen Parametern.

Die maximal mögliche Einblaslänge kann sich beispielsweise durch eine große Anzahl von Bögen im Versorgungsweg oder Versprünge in den Etagen verkürzen. Daher sollten bei der Wahl der Versorgungswege Bögen oder Versprünge minimiert oder nach Möglichkeit ganz vermieden werden. Ein komplikationsarmes Einbringen der Kabel durch Einblasen oder Ziehen kann zudem durch einen ungeeigneten Versorgungsweg erschwert werden.

Elektroinstallationsrohre und Mikrorohre werden gemäß ihren mechanischen Eigenschaften nach „Widerstand gegen Druckbelastung“, „Widerstand gegen Schlagbeanspruchung“, „Mindesttemperaturbereich“, „Höchsttemperaturbereich“ und „Widerstand gegen Biegung“ mittels aufsteigender Kennziffern klassifiziert (siehe Klassifizierungstabelle für Elektroinstallationsrohre und Mikrorohre in Anhang 6.2). Um auch hohe Anforderungen durch Beanspruchungen in Steigeschächten oder durch das Verlegen in Beton zu erfüllen, sind Elektroinstallationsrohre oder Mikrorohre mit einer Klassifizierung von mindestens der Spezifikation 3-3-2-1-2 zu empfehlen, sollten also eine mittlere Druckfestigkeit und Schlagfestigkeit aufweisen, einem Temperaturbereich von -5 °C bis 60 °C standhalten und biegsam sein. Anhang 6.2 gibt einen Überblick über die Klassifizierungen. Dies gilt für Elektroinstallationsrohre

und Mikrorohre gleichermaßen und ist bei Neubauten zu beachten.

Elektroinstallationsrohre

Eine gängige Ausführung der Elektroinstallationsrohre ist zum Beispiel das M25 Elektroinstallationsrohr mit einem Außendurchmesser von 25 mm (siehe Abbildung 50).



Abbildung 50: M25 Elektroinstallationsrohr
Quelle: FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH

Elektroinstallationsrohre müssen „nicht flammenausbreitend“ sein. In einem M25 Elektroinstallationsrohr können Kupferdoppeladern, Koaxialkabel oder Mikrorohre verlegt werden. Die Verlegung von Glasfaserkabeln durch Elektroinstallationsrohre sollte vorzugsweise in 7/4 Mikrorohren durchgeführt werden, die Glasfaserkabel können aber auch direkt im Elektroinstallationsrohr verlegt werden. Elektroinstallationsrohre bieten die Option, neben dem Einschieben oder Ziehen auch Kupferdoppeladernkabel, Koaxialkabel und Mikrorohre direkt einzubringen. Durch diese Möglichkeit lassen sich bei einem komplizierten Versorgungsweg gegebenenfalls Erleichterungen in der Verlegung erzielen. Generell sollte ein praktikabler Versorgungsweg gewählt werden, um eine reibungslose Installation der Inhouse-Netzinfrastruktur sicherzustellen.

Mikrorohre

Die unter den Mikrorohren (siehe Abbildung 51) üblicherweise verwendete Variante ist das Mikrorohr 7/4 mit einem

Außendurchmesser von $7^{+0,1}$ mm und einer Wandstärke von $1,5^{+0,1}$ mm.



Abbildung 51: Mikrorohre für die Inhouse-Verkabelung
Quelle: gabo Systemtechnik GmbH

Die für den Inhouse-Bereich verwendeten Mikrorohre werden ausschließlich für Glasfasern genutzt, da sich andere Kabelarten aufgrund ihres Durchmessers und ihrer Bauform nicht einblasen lassen. Um Glasfaserkabel über die gesamte Distanz im Inhouse-Bereich einblasen zu können, muss der Innendruck des Mikrorohrs stabil und die innere Oberfläche des Mikrorohrs mit Gleitrippen versehen sein. Mikrorohre für den Einsatz im Inhouse-Bereich sind mit „CE“ gekennzeichnet und entsprechen der Spezifikation „flammhemmend“.

Glasfaserkabel

Der Lichtwellenleiter (LWL) eines Glasfaserkabels besteht aus Quarzglasfasern oder polymeren optischen Fasern, durch die das Licht geleitet wird. Der Kern ist von einem Glasmantel mit niedrigerem Brechungsindex, einer Schutzbeschichtung aus farbigem Kunststoff sowie einer äußeren Hülle umgeben.

Im Allgemeinen wird bei Glasfaserkabeln zwischen Multimode-Fasern und Singlemode-Fasern unterschieden. Multimode-Fasern erlauben eine Mehrfachreflexion von Licht innerhalb der Fasern (den Moden). Daraus resultiert eine Begrenzung der überbrückbaren Distanz auf einige 100 m.

Der geringere Kerndurchmesser von Singlemode-Fasern ermöglicht die Überbrückung langer Strecken. Vielfach



Abbildung 52: Glasfaserkabel
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

werden die Singlemode-Fasern auch im Inhouse-Bereich verwendet.

In der Regel verwendete gängige Steckertypen für Glasfasern im Inhouse-Bereich, Erklärungen zu der Farbgebung sowie die jeweiligen Normen, aus denen sich der Einsatzbereich der Steckertypen ergibt, sind in Anhang 6.2 dargestellt.

Koaxialkabel

Das Koaxialkabel (Abbildung 53) besteht aus einem Innenleiter (Seele), der von einer elektrisch isolierenden Schicht, dem Dielektrikum, umgeben ist, und einem zylinderförmigen Außenleiter, der zugleich die Funktion einer Abschirmung übernimmt. Der Außenleiter ist von einer Isolierschicht umgeben, die zugleich einen mechanischen Schutz bietet. Mit diesem Aufbau wird ein Schutz vor unzulässig großen Störeinflüssen, die auf das Kabel einwirken oder vom Kabel ausgehen, gewährleistet. Das ist einer der größten Vorteile des Koaxialkabels gegenüber der verdrehten Kupferdoppelader. Die Frequenzbandbreite und die Sendeleistung der Signalübertragung können ohne Wechselwirkungen mit anderen Netzen erhöht werden. Die Nutzsignalübertragung vollzieht sich in einem breiten Frequenzbereich im geschützten Innenleiter. Störungen von außen werden durch die Schirmung abgeleitet, sodass die Signalübertragung im Innenleiter nicht auf unzulässig starke Weise beeinträchtigt werden kann.



Abbildung 53: Koaxialkabel
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Kupferdoppelader

Leitungen, bei denen mindestens zwei miteinander verdrehte isolierte Kupferadern (Doppeladern) vorhanden sind, werden als Kupferdoppeladern bezeichnet. Die Verdrehung der Doppeladern bewirkt, dass elektromagnetische Auskopplungen möglichst gering ausfallen. Außer durch eine gute Verdrehung lässt sich dieser Effekt durch eine Schirmung erheblich reduzieren. Dieser Lösungsansatz kommt besonders bei höherwertigen Netzwerkleitungen zum Einsatz.

Die übliche Bezeichnung für die verdrehte Zweidrahtleitung ohne zusätzliche Schirmung ist Unshielded Twisted Pair (UTP), mit Schirmung Shielded Twisted Pair (STP).

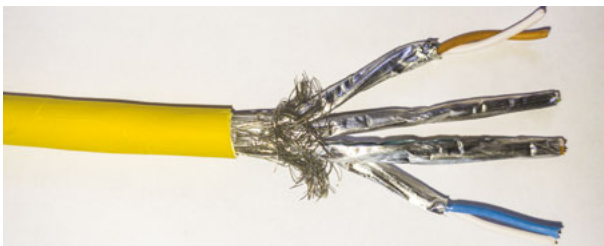


Abbildung 54: CAT-7-Kabel inklusive der notwendigen Schirmung der verdrehten Aderpaare und des Kabels
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Einzelverlegung/Vorkonfektionierung

Bei der Einzelverlegung im Mehrfamilienhaus muss der Teilnehmeranschluss am WÜP enden. Der Leitungsweg wird vorab in einem Auskundungsprotokoll zusammen

mit dem Gebäudeeigentümer und Architekten sowie dem Netzbetreiber schriftlich festgelegt.

Inzwischen wächst das Angebot an vorkonfektionierten Produkten, insbesondere im Bereich der Dosen- und Kabellösungen. Vorkonfektionierte Produkte reduzieren insbesondere den Montageaufwand und erlauben dadurch ein schnelleres Verlegen und den effizienteren Einsatz von Fachkräften.

Ob und in welchem Umfang vorkonfektionierte Produkte eingesetzt werden und ob eine Einzelverlegung vorteilhafter ist, hängt dabei von den individuellen Gegebenheiten ab. Die Verlegung in sogenannten Preloaded-Mikrorohren (siehe Abbildung 55) wird immer üblicher. In diesen Mikrorohren sind die Kabel und die notwendigen Stecker für die Installation eines Glasfaseranschlusses in der Wohnung vorkonfektioniert.



Abbildung 55: Preloaded-Mikrorohr mit Glasfaserkabel und Steckern
Quelle: Emtelle GmbH

Die Nutzung von Preloaded-Mikrorohren erfordert weder Spleiß- noch Einblasarbeiten am WÜP und vermindert die Installationszeit innerhalb der WE.

Es gibt Preloaded-Lösungen, in denen mehrere Glasfaserkabel mit je zwei oder vier Fasern eingebracht sind (siehe Abbildung 56). Diese Lösung ist für die Verlegung in Steigleitungen vorgesehen und jedes einzelne Kabel kann durch das Zurückziehen aus dem Verbund direkt und ohne notwendiges Einblasen und Spleißen in jede Wohnung abgezweigt werden.



Abbildung 56: Systematische Darstellung einer Steigleitung, befüllt mit mehreren Glasfaserkabeln
Quelle: Emtelle GmbH

Abbildung 57 zeigt entsprechendes Equipment zur Ausleitung von Glasfasern aus einer Preloaded-Steigleitung.



Abbildung 57: Ausleitung von Glasfaserkabeln aus einer Steigleitung heraus
Quelle: Emtelle GmbH

4.8 Bauordnungsrecht und Brandschutz

Grundsätzlich sind die Brandschutzvorgaben für das jeweilige Bundesland entsprechend der jeweiligen Landesbauordnung (LBO) zu beachten. Eine von der LBO bauaufsichtlich als sogenannte technische Baubestimmung eingeführte technische Regel (z. B. eine Norm) ist im Geltungsbereich dieser LBO zu beachten.

Die generelle Anforderung des Brandschutzes der Musterbauordnung (MBO), die in allen LBO in ähnlicher Form niedergeschrieben ist, lautet: „Bauliche Anlagen sind so

anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind“ (§ 14 MBO 11/2002, zuletzt geändert am 27. September 2019).

Um diese generelle Anforderung erfüllen zu können, werden in den LBO der Bundesländer die dazugehörigen Durchführungsbestimmungen konkret benannt und in darauf aufsetzenden Vorschriften konkrete Maßnahmen zum baulichen Brandschutz vorgeschrieben. Basis für die jeweilige regionale LBO ist die MBO, rechtsverbindlich sind jedoch die jeweiligen Länderregelungen. In diesem Zusammenhang werden Vorschriften für verschiedene Produkte besonders wirksam.

Die Mindestanforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten sind in Deutschland in § 26 Abs. 1 MBO festgelegt. Demnach dürfen Baustoffe, die nicht mindestens normal entflammbar sind (leicht entflammbare Baustoffe), nicht verwendet werden, es sei denn, sie sind in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht leicht entflammbar.

Ebenfalls sind in den LBO unterschiedliche Gebäudeklassen (GKL) definiert. Hierunter fallen auch Wohngebäude mit einer Höhe bis zu 22 m. Weiterhin gibt es eine Reihe von Sonderbauten, für die gegebenenfalls zusätzliche Vorschriften gelten. Diese können je nach Bundesland variieren. Als Sonderbauten gelten beispielsweise Hochhäuser ab einer Höhe von 22 m, bezogen auf die Oberkante Fußboden (OKF) des höchstgelegenen Geschosses, in dem Aufenthaltsräume möglich sind.

Auf Bundesebene gilt die „Muster-Verwaltungsvorschrift – Technische Baubestimmungen“ (MVV – TB). Analog zur MBO bedarf es auch hier einer Umsetzung in Landesrecht. Die im jeweiligen Bundesland gültige Gesetzgebung ist den Veröffentlichungen der Bundesländer zu entnehmen.

Um diese generelle Anforderung erfüllen zu können, werden in den LBO der Bundesländer die dazugehörigen Durchführungsbestimmungen konkret benannt und in darauf aufsetzenden Vorschriften konkrete Maßnahmen zum baulichen Brandschutz vorgeschrieben.

Alle LBO unterscheiden nach:

- Gebäude verschiedener Größe (Gebäudeklassen 1 bis 5), und zwar unabhängig von der Nutzung (oder eines Sonderbautatbestands)
- Gebäude nach Art und Nutzung, den sogenannten Standardbauten, wie zum Beispiel Wohngebäuden oder Gebäuden mit vergleichbarer Nutzung
- Gebäude mit besonderer Art und Nutzung, den sogenannten Sonderbauten, wie zum Beispiel Hochhäusern, Industriebauten, Versammlungsstätten, Beherbergungsstätten, Wohnheimen oder Krankenhäusern

Die gesetzlichen Regelungen der LBO werden durch Rechtsvorschriften nach § 85 MBO ergänzt:

- Muster-Feuerungsverordnung (MFeuV)
- Muster-Garagenverordnung (MGarVO)
- Musterverordnung über elektrische Betriebsräume (MEltBauV)

- Rechtsverordnungen für die sogenannten geregelten Sonderbauten (Muster-Versammlungsstättenverordnung – MVStättV; Muster-Verkaufsstättenverordnung – MVkV; Muster-Beherbergungsstättenverordnung – MBStättV; weitere, nicht in allen Ländern übernommene Muster-Rechtsvorschriften)

Ergänzend sind Verwaltungsvorschriften aufgrund amtlicher Bekanntmachungen der Länder zu beachten:

- technische Baubestimmungen (MVV – TB), darüber sind auch nachfolgende Richtlinien eingeführt:
 - Muster-Hochhausrichtlinie (MHHR)
 - Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL)
 - Muster-Fliegende-Bauten-Richtlinie (MFlBauR)
 - Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie (MLüAR)
 - Leitungsanlagen-Richtlinie

Außerdem sind die Vollzugshinweise (ministerielle Schreiben mit Auslegungen) zu beachten.

Tabelle 3: Gebäudeklassen (GKL) und Anforderungen nach MBO

GKL 1	GKL 2	GKL 3	GKL 4	GKL 5
frei stehend, land- und forstwirtschaftlich genutzt; frei stehend und OKF ≤ 7 m und ≤ 2 Nutzungseinheiten und ≤ 400 m ² gesamt	nicht frei stehend, OKF ≤ 7 m und ≤ 2 Nutzungseinheiten und ≤ 400 m ² gesamt	sonstige Gebäude, OKF ≤ 7 m	OKF ≤ 13 m und ≤ 400 m ² je Nutzungseinheit	OKF > 13 m oder ≥ 400 m ² je Nutzungseinheit
Bauaufsichtliche Anforderungen nach MBO an: Tragene und aussteifende Wände, Stützen, Trennwände, Decken zwischen Nutzungseinheiten				
keine Anforderungen	feuerhemmend	feuerhemmend	hochfeuerhemmend	feuerbeständig
Anforderungen für einen Feuerwehreinsatz				
mit Steckleiter möglich	mit Steckleiter möglich	mit Steckleiter möglich	Drehleiter erforderlich	Drehleiter erforderlich

Tabelle 3 beschreibt die GKL bezogen auf deren Nutzungseinheiten und deren Höhe von der Oberkante des Grunds, bezogen auf das Gelände, auf dem das Gebäude steht, bis hin zur OKF. In die Bruttoflächenangaben sind die Keller-geschosse nicht einbezogen. Unter Berücksichtigung des § 14 MBO können Abweichungen nach § 67 MBO von den bauordnungsrechtlichen Anforderungen zugelassen werden, wenn diese unter Berücksichtigung des Zwecks der jeweiligen Anforderung und unter Würdigung der nachbarli-chen Belange mit den öffentlichen Belangen vereinbar sind.

Europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO)

Bauprodukte, die unter eine harmonisierte Norm nach europäischer Bauproduktenverordnung fallen, müs-sen mit „CE“ gekennzeichnet sein sowie über eine

Leistungserklärung verfügen. Sie werden ihren Brandei-genschaften nach in europäische Brandklassen eingestuft.

Kabel werden nach ihrem Brandverhalten in Bezug auf ihre Flammwidrigkeit, Rauchentwicklung und Azidität in normierten Prüfverfahren in Brandklassen (Euroklassen) eingeordnet. Die Euroklassen mit den zugehörigen Krite-rien und Klassifikationen sind in Tabelle 4 aufgezeigt. Die Abstufung erfolgt von Klasse A_{ca} „nicht brennbar“ bis Klasse F_{ca} „leicht entflammbar“.

So müssen beispielsweise Kabel und Leitungen mindestens die Brandklasse E_{ca} erreichen (z. B. in Gebäuden bis 13 m Höhe), um den Vorschriften Genüge zu tun. Dies kann ins-besondere im Bereich der Hauseinführung problematisch sein, falls die Kabel die Klasse nicht erreichen.

Tabelle 4: Einordnung der Kabel nach entsprechenden Brandklassen

Euroklassen für Kabel¹⁰

	Klasse	Prüfverfahren	Klassifizierungskriterien	Zusätzliche Klassifikation
nicht brennbar	A _{ca}	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg	
	B1 _{ca}	EN 50399 (30 kW Brenner) und EN 60332-1-2	FS ≤ 1,75 m und THR _{1200s} ≤ 10 MJ und Peak HRR ≤ 20 kW und FIGRA ≤ 120 Ws ⁻¹ H ≤ 425 mm	Rauchentwicklung und brennendes Abtropfen/Abfallen und Säuregehalt
	B2 _{ca}	EN 50399 (20,5 kW Brenner) und EN 60332-1-2	FS ≤ 1,5 m; und THR _{1200s} ≤ 15 MJ; und Peak HRR ≤ 30 kW; und FIGRA ≤ 150 Ws ⁻¹ H ≤ 425 mm	Rauchentwicklung brennendes Abtropfen/Abfallen und Säuregehalt
	C _{ca}	EN 50399 (20,5 kW Brenner) und EN 60332-1-2	FS ≤ 2,0 m; und THR _{1200s} ≤ 30 MJ; und Peak HRR ≤ 60 kW und FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹ H ≤ 425 mm	Rauchentwicklung und brennendes Abtropfen/Abfallen und Säuregehalt
leicht entflammbar	D _{ca}	EN 50399 (20,5 kW Brenner) und EN 60332-1-2	THR _{1200s} ≤ 70 MJ; und Peak HRR ≤ 400 kW; und FIGRA ≤ 1300 Ws ⁻¹ H ≤ 425 mm	Rauchentwicklung brennendes Abtropfen/Abfallen und Säuregehalt
	E _{ca}	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
	F _{ca}	EN 60332-1-2	H > 425 mm	

¹⁰ EN 13501-6:2014: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 6: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von elektrischen Kabeln

Quelle: ZVEI e. V. „White Paper: Brandschutzkabel erhöhen die Sicherheit“ vom August 2018

Außenkabel, welche die baurechtliche Mindestanforderung „normal entflammbar“ durch mindestens die Brandklasse E_{ca} erreichen, können ins Gebäude geführt werden.

Außenkabel, die lediglich die Klasse F_{ca} aufweisen und somit leicht entflammbar sind, dürfen nicht ohne weitere Vorkehrungen ins Gebäude eingeführt werden. Allerdings ist der Beitrag einer begrenzten Länge an Außenkabeln zur Ausbreitung eines Feuers und zur Brandausbreitung nach Brancheneinschätzung als vernachlässigbar einzustufen.

Dieser Aspekt wurde auch bereits vor Inkrafttreten der BauPVO für Kabel und Leitungen entsprechend berücksichtigt. Kabel, die gemäß der zugehörigen Installationsnorm in die Klasse F_{ca} fallen, durften und dürfen hiernach nur bis zu 2 m weit ins Gebäude eingeführt werden. Somit wird auch die Hauseinführung mit Kabeln der Klasse F_{ca} als möglich angesehen.

Alternativ können andere Brandschutzmaßnahmen, wie gesonderte Brandabschnitte für die Kabeleinführung oder Kabelabschottungen, getroffen werden, um die

baurechtlichen Anforderungen zu erfüllen. Diese Anforderungen sollten bei der Planung und Installation der passiven Netzinfrastrukturen beachtet werden.

In Abhängigkeit vom Sicherheitsbedarf im jeweiligen Gebäude wird die Verwendung von Kabeln unterschiedlicher Brandklassen empfohlen. Hierbei ist eine Orientierung an den Gebäudeklassen der jeweiligen LBO hilfreich.

In Wohngebäuden bis 13 m Höhe, die keine Hochhäuser oder sonstigen Sonderbauten sind, wird in der Regel der Einsatz von Kabeln der Brandklasse E_{ca} empfohlen. Dies genügt den baurechtlichen Vorgaben.

Die Mindestanforderungen an die Brandklasse der einzusetzenden Kabel unterscheiden sich je nach dem Sicherheitsbedarf eines Gebäudes, sodass mit steigendem Sicherheitsbedarf Kabel höherer Brandklassen zu verwenden sind. Abbildung 58 gibt einen Überblick über die einzusetzenden Kabel nach Brandklassen in Abhängigkeit des Sicherheitsbedarfs der Gebäude.

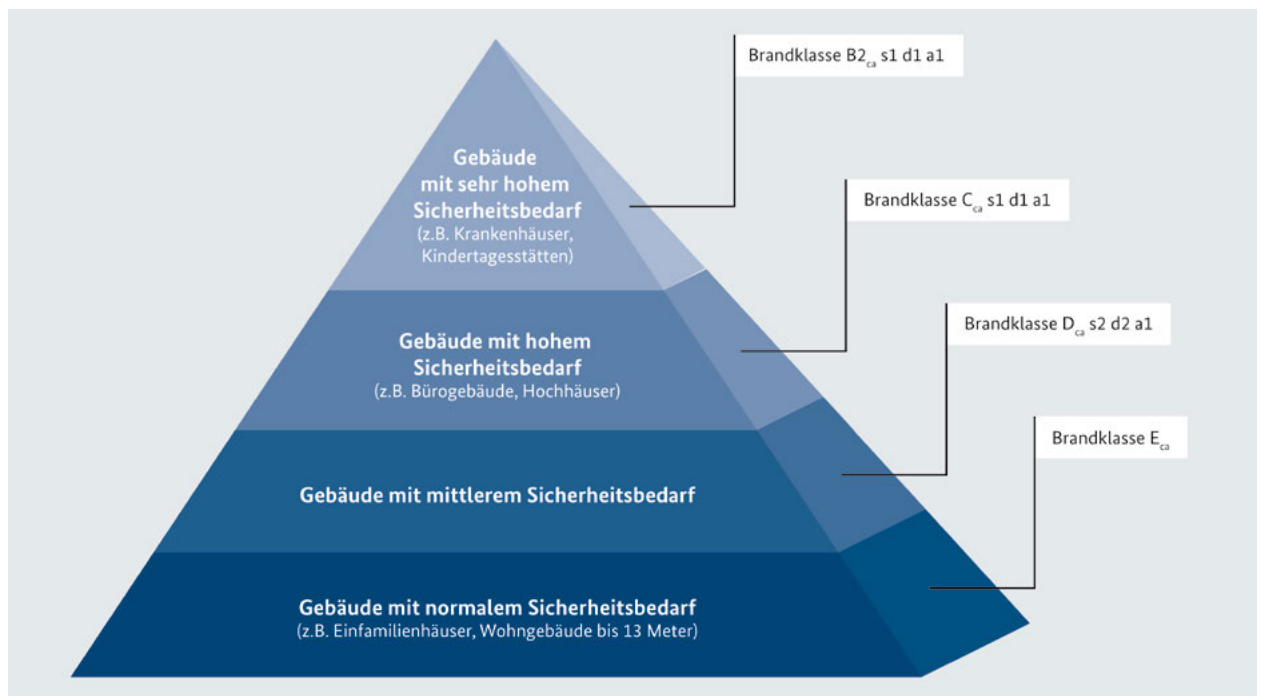


Abbildung 58: Zu verwendende Euroklassen für Brandschutzlabel

Quelle: Gigabitbüro des Bundes (modifiziert aus: ZVEI e. V. „White Paper: Brandschutzkabel erhöhen die Sicherheit“ vom August 2018)

Tabelle 5: Beschreibung der jeweiligen Unterteilungen *s*, *d* und *a* der Klassen zum Brandverhalten nach EN 13501-1

Kurzzeichen	Anforderung
<i>s1</i>	keine/kaum Rauchentwicklung
<i>s2</i>	begrenzte Rauchentwicklung
<i>s3</i>	unbeschränkte Rauchentwicklung
<i>d0</i>	kein Abtropfen/Abfallen
<i>d1</i>	begrenztetes Abtropfen/Abfallen
<i>d2</i>	starkes Abtropfen/Abfallen
<i>a1</i>	elektrische Leitfähigkeit < 2,5 µS/mm und pH-Wert > 4,3
<i>a2</i>	elektrische Leitfähigkeit < 10 µS/mm und pH-Wert > 4,3
<i>a3</i>	weder <i>a1</i> noch <i>a2</i> (Das Merkmal muss angegeben werden.)

In Tabelle 5 und in der EN 13501-1 sind folgende Unterteilungen der Klassen *s*, *d* und *a* zum Brandverhalten aufgeführt. Die Klassen zur Rauchentwicklung (Kurzzeichen *s* für „smoke“), zum brennenden Abtropfen bzw. Abfallen (Kurzzeichen *d* für „droplets“) und zur Beschreibung, wie giftig die entstehenden Gase im Brandfall sind (Kurzzeichen *a* für die Azidität), sind mit den jeweiligen Bewertungen beschrieben.

Ausführliche Beschreibungen und Definitionen der im Gebäudebereich relevanten Brandklassen B2_{ca} bis E_{ca} sind in Tabelle 6 aufgeführt. Die Brandklassen B2_{ca}, C_{ca} und D_{ca} werden durch normative Prüfverfahren ermittelt, in denen die Flammenausbreitung, die Wärmeentwicklung, die Rauchdichte (*s*), die Azidität (*a*) der Brandgase und mögliches brennendes Abtropfen (*d*) von Kabelmaterial betrachtet werden.

Elektroinstallationsrohre und Mikrorohre sind nicht in unterschiedliche Brandklassen nach BauPVO eingestuft, da sie nicht in deren Geltungsbereich fallen.

Tabelle 6: Beschreibung der Brandschutzklassen B2_{ca} bis E_{ca} für Kabel

Brandklasse B2 _{ca}
Die Brandklasse B2 _{ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 verfügt üblicherweise über eine sehr geringe Flammenausbreitung, sehr geringe Wärmeentwicklung und sehr geringe Rauchdichte (<i>s1</i>). Ebenso sind die Azidität (<i>a1</i>) der Rauchgase und das brennende Abtropfen (<i>d1</i>) begrenzt.
Brandklasse C _{ca}
Die Brandklasse C _{ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 verfügt üblicherweise über eine geringe Flammenausbreitung, geringe Wärmeentwicklung und sehr geringe Rauchdichte (<i>s1</i>). Ebenso sind die Azidität (<i>a1</i>) der Rauchgase und das brennende Abtropfen (<i>d1</i>) begrenzt.
Brandklasse D _{ca}
Die Brandklasse D _{ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 verfügt üblicherweise über eine verringerte Flammenausbreitung und Wärmeentwicklung. Ebenso ist die Rauchdichte (<i>s2</i>) begrenzt. Das Abtropfen entspricht der Klasse <i>d2</i> , die Azidität (<i>a1</i>) der Rauchgase ist begrenzt.
Brandklasse E _{ca}
Die Brandklasse E _{ca} nach DIN EN 13501-6:2014-07 wird durch ein normatives Prüfverfahren ermittelt, in dem die Flammenausbreitung betrachtet wird. In der Klasse E _{ca} werden keine weiteren Anforderungen (<i>s</i> , <i>d</i> , <i>a</i>) gestellt.

Quelle: ZVEI e. V.

Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR)

Als weitere baurechtliche Vorgabe, die den Brandschutz betrifft, ist die aktuelle MLAR einzuhalten, die hier insbesondere für Leerrohre (z. B. Mikrorohre/Elektroinstallationsrohre) und deren Durchführung durch raumabschließende Bauteile (Wände, Decken, Stützen, Unterzüge, Türdurchgänge etc.) von Bedeutung ist. So sind beispielsweise die Anforderungen an Abschottung oder Dämmung in Abhängigkeit von Wand- oder Deckendicke und Eigenschaften der Rohrleitung festgelegt.

Weiterhin sind in der MLAR die Vorgaben für Rettungswege (notwendige Flure und Treppenhäuser) in Bezug auf Verteilerkästen, Installationskanäle, Leerrohre etc. definiert (u. a. auch für Etagenverteiler).

Die Einzelheiten der Vorschriften sind abhängig von der jeweiligen Gegebenheit im Gebäude und den verwendeten Komponenten.

Ein leicht entflammbarer Baustoff (Fca) darf laut den LBO in einem Gebäude nur eingesetzt werden, wenn er in Verbindung mit einem anderen Baustoff nicht leicht entflammbar ist. Dieser Punkt ist besonders wichtig, wenn es um notwendige Durchbrüche von Brandabschnitten geht.

Die Brandabschnitte werden dabei durch spezielle Wände, Decken, Stützen, Unterzüge und Türdurchgänge etc. mit einer bestimmten Feuerwiderstandsfähigkeit abgegrenzt bzw. abgeschottet.

Tabelle 7: Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2

Feuerwiderstandsklasse	Feuerwiderstandsdauer in Minuten
F30	≥ 30
F60	≥ 60
F90	≥ 90
F120	≥ 120
F180	≥ 180

Tabelle 7 beschreibt Feuerwiderstandsklassen, die für Gebäude gelten. Die entsprechenden Bauteile (Wände, Decken, Stützen, Unterzüge, Türdurchgänge etc.), die Bestandteil des Gebäudes sind, werden in grundsätzliche brandschutztechnische Feuerwiderstandsklassen „F“, die der Feuerwiderstandsdauer in Minuten entsprechen, unterteilt. Die Prüfungen der Bauteile werden üblicherweise nach DIN 4102-2 (Bauteile) durchgeführt. Dort werden die Temperaturen im Brandraum entsprechend einer festgelegten Einheitstemperaturzeitkurve vorgegeben. Entsprechende Versagenskriterien sind der Verlust von Raumabschluss und die Überschreitung zulässiger Temperaturerhöhungen (angegeben als Temperaturdifferenz (ΔT) zur Umgebungstemperatur in Kelvin) auf der dem Feuer abgewandten Seite von 140 K im Mittel und 180 K als Einzelwert.

Im Brandfall müssen die jeweiligen Brandabschnitte den vorgesehenen Schutz bieten und dürfen keine Gefahr für Leben oder Sachwerte darstellen. Es ist zwingend notwendig, ein entstandenes Feuer so lange an der Ausbreitung zu hindern, dass eine Evakuierung des Gebäudes und eine effektive Brandbekämpfung durch die Feuerwehr jederzeit möglich sind und somit die Sicherheit der Bewohner und des Gebäudes gewährleistet ist.

Damit der bauseitig vorgesehene Feuerwiderstand erhalten bleibt, dürfen diese brandabschnittsbildenden Wände und Decken nicht unterbrochen werden. Daher ist es erforderlich, für notwendige Versorgungsinstallationen, zu denen auch die Telekommunikationsversorgung zählt, die notwendigen Öffnungen zu schaffen. Um die Feuerwiderstandsfähigkeit der Brandabschnitte an diesen Durchbrüchen wiederherzustellen, müssen Installateure dort entsprechende Kompensationsmaßnahmen in Form von dafür zugelassenen Brandabschottungen, Lüftungsklappen, Feuerschutzabschlüssen usw. treffen. Diese Anforderungen können nur durch entsprechende Fachunternehmen in enger Abstimmung mit den Architekten des Gebäudes erfüllt werden. Solche Durchbrüche müssen mit besonderen Bauteilen (Abschottungssystemen) korrekt nach Montageanleitung der Systeme verschlossen werden.

Baustoffe, die als schwer entflammbar eingestuft werden, dürfen nach einer Brandeinwirkung neben anderen

Anforderungen nicht selbstständig weiterbrennen (glimmen und/oder schwelen). Die Mindestanforderung an die Verwendung von normal entflammaren Baustoffen soll dafür sorgen, dass ein Bauwerk bei einem Entstehungsbrand selbst nur einen begrenzten Beitrag zur Brandlast leistet.

Bis hin zur Klasse C_{ca} gelten die Baustoffe als selbstverlöschend. Ab Klasse E_{ca} unterhält der Brand sich selbst, auch wenn die Brandursache entfällt.

Zur Abschottung von Kabeln wurden unterschiedliche Schottsysteme entwickelt, die alle für den örtlichen Anwendungszweck Vor- und Nachteile bieten. Es sind die Bauart der Wände, Decken, Stützen, Unterzüge, Türdurchgänge etc. sowie deren Dicke und die im Gebäude jeweils geltenden Feuerwiderstandsklassen „F“ zu beachten. Bei leichten Trennwänden kann es beispielsweise sein, dass zusätzliche Laibungen in die Öffnungen eingebaut werden müssen. Bei zu geringen Wanddicken ist es möglich, dass unter Umständen zusätzliche Aufdopplungen vorgesehen werden müssen.

Auch Glasfaserkabel sind in der Regel durch entsprechende Zulassungen abgedeckt. Davon abgegrenzt müssen jedoch Glasfaser-Mikrorohrverbunde betrachtet werden. Diese sind durch Standardzulassungen nach DIN 4102-9 nicht abgedeckt und erfordern eine gesonderte Prüfung und Zulassung (siehe auch MLAR).



Abbildung 59: Brandschottung für eine Kabelwanne und ein Abflussrohr
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Die jeweiligen Schottsysteme dürfen nur einzeln installiert und müssen einzeln abgenommen werden.

Abbildung 59 zeigt einen Durchbruch einer Brandschutzwand, durch den eine Kabelwanne und ein Abflussrohr gemeinsam geführt werden. Der Durchbruch ist mit Brandschutzmaterial befüllt. Die Durchführung der Kabelwanne sowie die des Abflussrohrs sind jeweils zum Nachweis der fachgerechten Feuerwiderstandsklassen gesiegtelt. Dafür werden entsprechende bauaufsichtliche Prüfzeugnisse erstellt.

Weitere Beispiele für Schottsysteme sind:

- Brandschutzkissen
- Brandschutzschäume
- Kabelboxen
- Mineralfaserschotts
- Mörtelschotts
- Sandfallen
- Stopfen und Formblöcke



Abbildung 60: Brandschottung von Elektroinstallationsrohren und Kabeln in einem Steigschacht
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V.

Diese Schottsysteme werden hier nicht näher beschrieben, da ihr Einsatz stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängt.

Abbildung 60 zeigt die Einführung von Elektroinstallationsrohren und Kabeln in einen Steigschacht. Dieser Steigschacht wird brandschutztechnisch verschlossen. Werden Elektroinstallationsrohre und Mikrorohre durch einen Brandschott geführt, wird ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis vorgeschrieben. Die Rohre sollten an den Enden rauchdicht verschlossen werden. Daher wird empfohlen, diese Verschlussstopfen generell zu verwenden. Die Verschlussstopfen besitzen folgende Eigenschaften:

- Rauchdichtheit – nicht nur in Verbindung mit Brandschotts
- Schalldichtheit
- Vermeidung von Kondenswasserbildung – durch Luftaustausch, der entstehen kann, wenn die Rohre Räume mit unterschiedlichen Temperaturen verbinden

Die Verschlussstopfen besitzen eine Durchstoßmembran und dichten somit auch Elektroinstallationsrohre mit Leitungen ab.

5 Richtlinien und Bestimmungen

Dieses Kapitel enthält einen Auszug wichtiger Richtlinien und Bestimmungen. Neben den hier aufgeführten gibt es weitere Richtlinien und Bestimmungen, die im jeweiligen Einzelfall zu beachten sind.

Gesetzliche Vorgaben

Musterbauordnung (MBO)

Grundsätzlich liegt die Kompetenz für das Bauordnungsrecht in Deutschland bei den Bundesländern. Die MBO wird von der Bauministerkonferenz herausgegeben. Ziel ist eine Vereinheitlichung der LBO. Im Detail unterscheiden sich jedoch die Regelungen in den einzelnen Bundesländern. In Bezug auf Bauprodukte und Bauarten stimmen die LBO jedoch nahezu überein.

Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR)

Eine von der Bauministerkonferenz herausgegebene Musterrichtlinie im baulichen Brandschutz. Ziel der Richtlinie ist die Errichtung von ausreichend brandgeschützten Leitungsanlagen. Die Bundesländer können der MLAR folgen, können jedoch auch in ihren Richtlinien davon abweichen.

Europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO)

Die europäische Bauproduktenverordnung regelt den freien Warenverkehr von Bauprodukten im europäischen Binnenmarkt. Hierzu sind für die einzelnen Bauprodukte harmonisierte europäische Normen verbindlich, nach deren Vorgaben auch eine CE-Kennzeichnung vorzunehmen ist. Eine Eigenschaft, die in vielen der Normen geregelt ist, ist die Einstufung der Produkte nach ihren jeweiligen Brandeigenschaften.

Wie die Produkte – beispielsweise in Abhängigkeit von der Brandklasse – in Gebäuden eingesetzt werden dürfen, wird in den Mitgliedsstaaten geregelt und ist nicht Bestandteil der Verordnung.

Europäische Niederspannungsrichtlinie

Der Geltungsbereich der Niederspannungsrichtlinie gilt für Nennspannung zwischen 50 und 1.000 V für Wechselstrom und zwischen 75 und 1.500 V für Gleichstrom.

Elektrische Sicherheit

Die Normenreihe DIN VDE 0100, in der die Installationsvorschriften für elektrische Betriebsmittel einschließlich Safety Extra Low Voltage (SELV) und Protective Extra Low Voltage (PELV; z. B. Power-over-Ethernet, POE) dargelegt sind, sind uneingeschränkt zu beachten.

DIN VDE 0100-444 „Errichten von Niederspannungsanlagen“

Teil -444: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen

Sicherheitsanforderungen

DIN EN 50174 Teil 2

Hier wird festgelegt, dass Kommunikationskabel, die in Gebäuden installiert werden, die Prüfung nach EN 60332-1-2 bestehen müssen. Diese Prüfung entspricht mindestens der Klasse E_{ca}. Kabel, die diese Prüfung nicht bestehen und damit in die Klasse F_{ca} fallen, dürfen nur bis zu 2 m weit ins Gebäude eingeführt werden.

DIN 18015-1

Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen

ISO/IEC 11801

Serie Informationstechnologie – Eigenständige Verkabelung für Kundenbedarf

DIN VDE 0100-520

Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen. Enthält Regelungen zur Flammwidrigkeit von Elektroinstallationsrohren.

Produktnormen

DIN EN 61386-1

Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Energie und für Informationen: Diese Norm enthält Anforderungen und Prüfungen für Elektroinstallationsrohrsysteme, inklusive Rohren und Rohrzubehörteilen, zum Schutz und zur Führung von isolierten Leitern und/oder Kabeln in elektrischen Installationen oder in Kommunikationssystemen mit bis zu 1.000 V Wechselspannung und/oder 1.500 V Gleichspannung.

DIN 4102-2

Brandverhalten Bauteile

DIN 4102-9

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Kabelabschottungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

EN 62368-1

Einrichtungen für Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik – Teil 1: Sicherheitsanforderungen

EN 50575: 2014 + A1:2016

Starkstromkabel und -leitungen, Steuer- und Kommunikationskabel – Kabel und Leitungen für allgemeine Anwendungen in Bauwerken in Bezug auf die Anforderungen an das Brandverhalten

VDE V 0250-10 Isolierte Starkstromleitungen – Teil 10

Leitfaden für die Zuordnung der Klassen des Brandverhaltens

Lasersicherheit

DIN EN 60825-2:2011-06; VDE 0837-2:2011-06

VDE 0837-2:2011-06 Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS) (IEC 60825-2:2004 + A1:2006 + A2:2010); Deutsche Fassung EN 60825-2:2004 + A1:2007 + A2:2010

6 Anhang

6.1 Tabelle zum Platzbedarf (Neubau) von ÜPs, Gebäudeverteilern und Komponenten

Platzbedarf (Neubau) zentral/dezentral	Einheitslösung	HFC L x B x T [mm]	PtP/PtMP (aktiv) L x B x T [mm]	PON L x B x T [mm]
ÜP Platz		110 x 130 x 130	300 x 400 x 150	275 x 200 x 200
bis zu 6 WE		600 x 400 x 200	1.000 x 600 x 300	275 x 200 x 200
bis zu 12 WE		800 x 600 x 200	1.000 x 600 x 300	275 x 200 x 200
je n x 12 WE		n x 800 x 600 x 200	n x 1.000 x 600 x 300	n x 400 x 600 x 200
je 24 WE		800 x 600 x 200	1.000 x 800 x 300	400 x 600 x 200
je n x 24 WE je Gebäudeverteiler		n x 800 x 600 x 200	n x 1.000 x 800 x 600	n x 400 x 600 x 200
Lehrrohrbedarf im zugänglichen Steigschacht	ungeschnittenes Leerrohr von WE zu Verteilpunkt	Kabel ≥ AD 7 mm	Lehrrohr ≥ AD 7 mm	Lehrrohr ≥ AD 7 mm
bis zu 6 WE	DN 25 x 6	AD x 6	AD x 6	AD x 6
bis zu 12 WE	DN 25 x 12	AD x 12	AD x 12	AD x 12
je n x 12 WE	DN 25 x n x 12	AD x n x 12	AD x n x 12	AD x n x 12
je 24 WE	DN 25 x 24	AD x 24	AD x 24	AD x 24
je n x 24 WE je Gebäudeverteiler	DN 25 x n x 24	AD x n x 24	AD x n x 24	AD x n x 24
Horizontale Verteilung	DN 32	DN 32	Tragesystem mit B 150 x H 200 oder DN 32	DN 25
WE unabhängig				
Pro WE nach Steigschacht		DN 25	7/4	7/4

6.2 Gängige Steckertypen für die Glasfaserverteilung

Bei den einzelnen Steckertypen ist auf die Farbmarkierungen zu achten. Ein gemeinsames Verwenden unterschiedlicher Stecker sollte vermieden werden, da sich sonst Dämpfungen und Reflexionen erhöhen.

Gängige Farbmarkierungen der Singlemode-Stecker:

- Steckerkörper grün, wenn er aus Kunststoff besteht (zum Beispiel LSH, SC) bzw. Knickschutz grün bedeutet 8°-Schrägschliff (HRL/APC: Toleranz: $8^\circ \pm 0,5^\circ$)
- Steckerkörper grün, sofern er aus Kunststoff besteht bzw. Knickschutz rot mit Aufdruck „9°“ bedeutet 9°-Schrägschliff (Toleranz: $9^\circ \pm 0,5^\circ$)
- Steckerkörper blau, wenn er aus Kunststoff besteht bzw. Knickschutz blau bedeutet Geradschliff (PC)

Auf weitere mögliche Farbgebungen wird in dieser Handreichung nicht näher eingegangen.

Steckertyp	Norm	
SC	DIN EN IEC 61754-4	
LC Standard (F-3000s)	DIN EN IEC 61754-20	
LC mit Laserschutzkappe (F3000)	DIN EN IEC 61754-20	
LSH (E-2000)	DIN EN IEC 61754-15	
MU	DIN EN IEC 61754-6	

Bildquellen: DIAMOND GmbH

Weitere gängige Steckertypen sind:

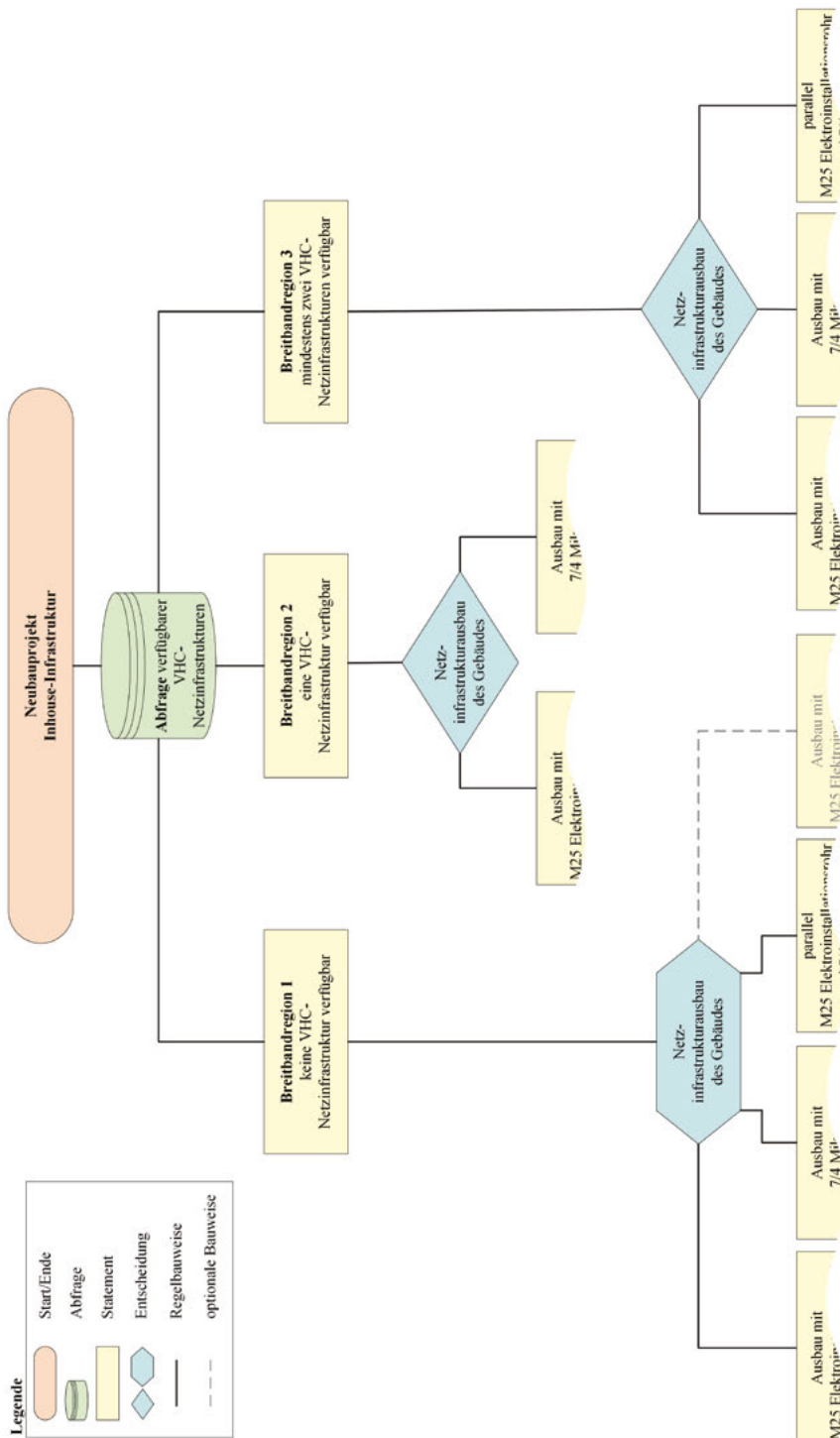
- BLINK: DIN EN IEC 61754-29
- FC-PC: DIN EN IEC 61754-13
- MT-RJ: DIN EN IEC 61754-18
- LX.5: DIN EN IEC 61754-23
- MPO (MTP): DIN EN IEC 61754-7-2
- BFOC (ST): DIN EN IEC 61754-2

6.3 Klassifizierung für Elektroinstallations- und Mikrorohre (nach EN 61386)

Erste Stelle	Zweite Stelle	Dritte Stelle	Vierte Stelle	Fünfte Stelle
Widerstand gegen Druckbelastung	Widerstand gegen Schlagbeanspruchung	Mindesttemperaturbereich	Höchsttemperaturbereich	Widerstand gegen Biegung
1 sehr leichte Druckfestigkeit (125 N)	1 sehr leichte Schlagfestigkeit (0,5 kg/100 mm)	1 + 5 °C	1 + 60 °C	1 starr
2 leichte Druckfestigkeit (320 N)	2 leichte Schlagfestigkeit (1,0 kg/100 mm)	2 - 5 °C	2 + 90 °C	2 biegsam
3 mittlere Druckfestigkeit (750 N)	3 mittlere Schlagfestigkeit (2,0 kg/100 mm)	3 - 15 °C	3 + 105 °C	3 biegsam/ sich selbst zurückbildend
4 schwere Druckfestigkeit (1.250 N)	4 schwere Schlagfestigkeit (2,0 kg/300 mm)	4 - 25 °C	4 + 120 °C	4 flexibel
5 sehr schwere Druckfestigkeit (4.000 N)	5 sehr schwere Schlagfestigkeit (6,8 kg/300 mm)	5 - 45 °C	5 + 150 °C	
			6 + 250 °C	
			7 + 400 °C	

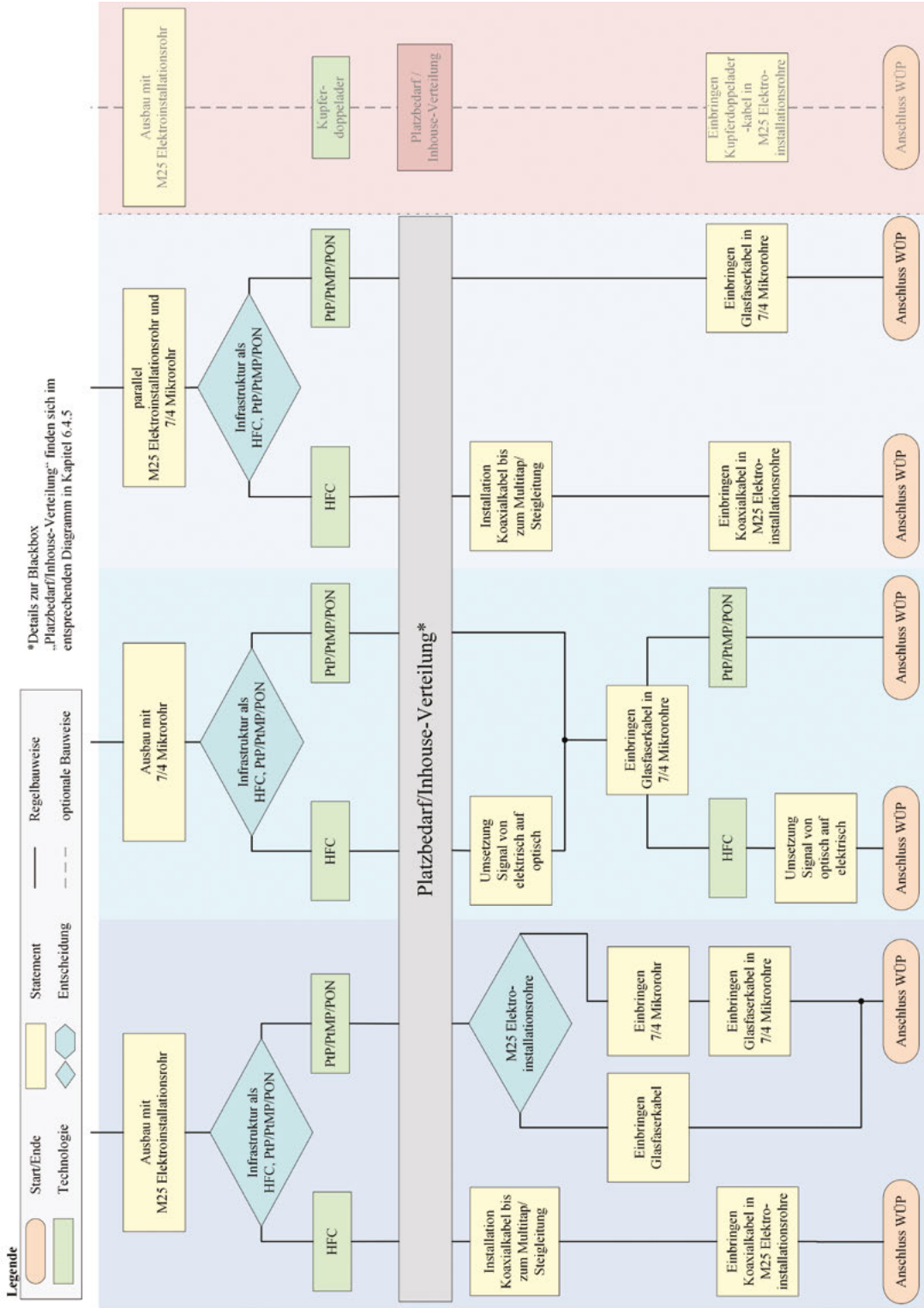
6.4 Entscheidungsdiagramme

6.4.1 Übersicht der Entscheidungen nach Breitbandregion



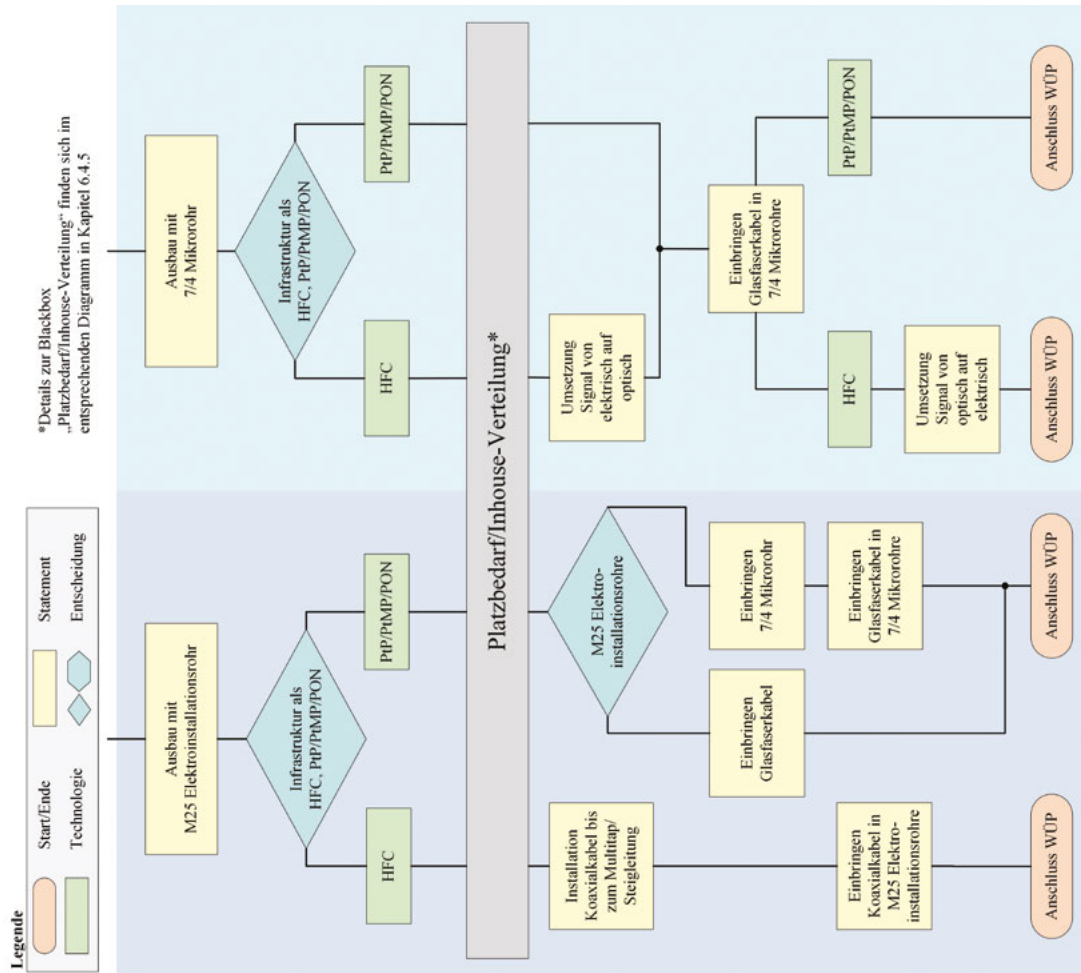
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V., BMVI, Gigabitbüro des Bundes

6.4.2 Breitbandregion 1



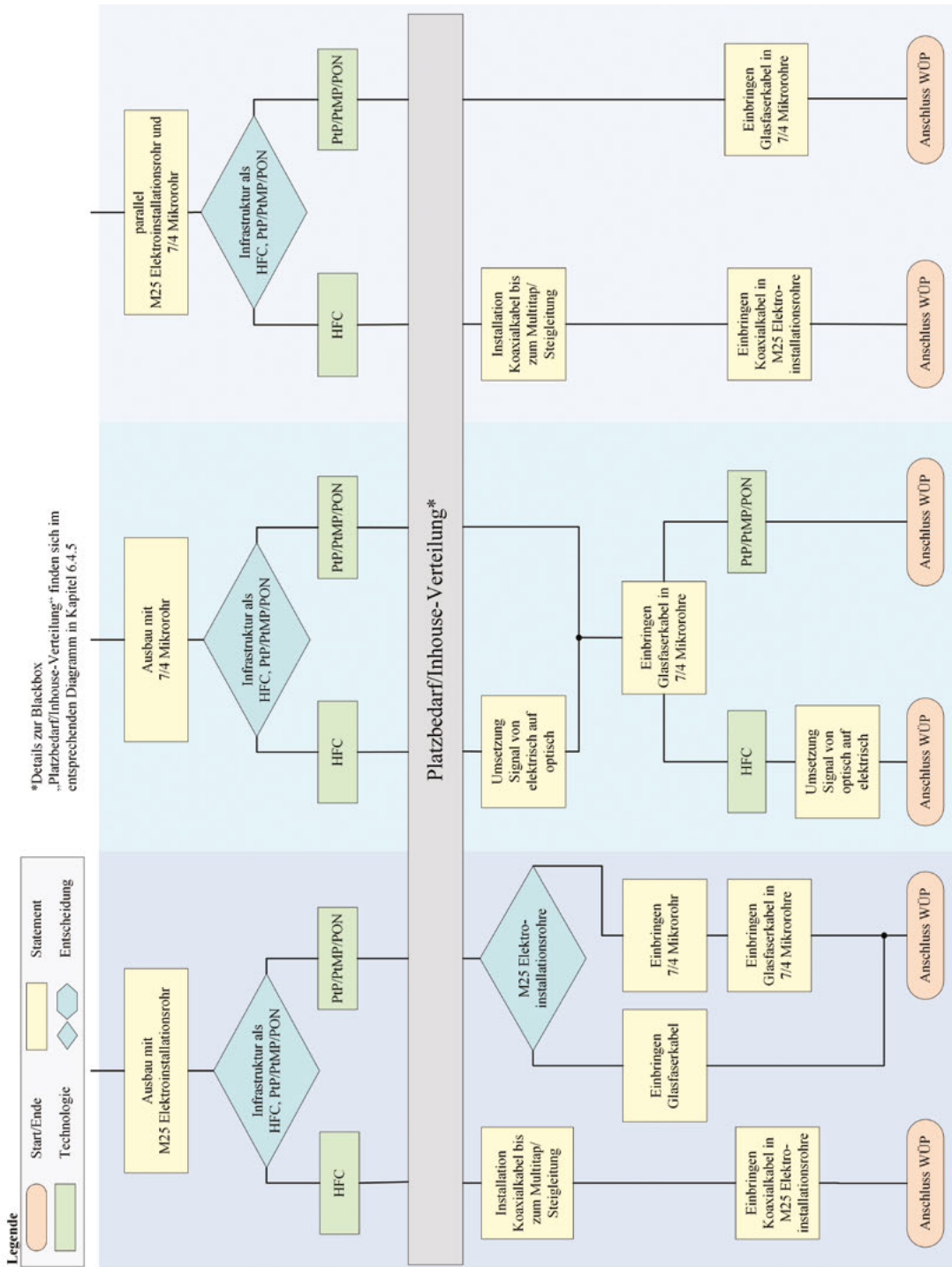
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V., BMVI, Gigabitbüro des Bundes

6.4.3 Breitbandregion 2



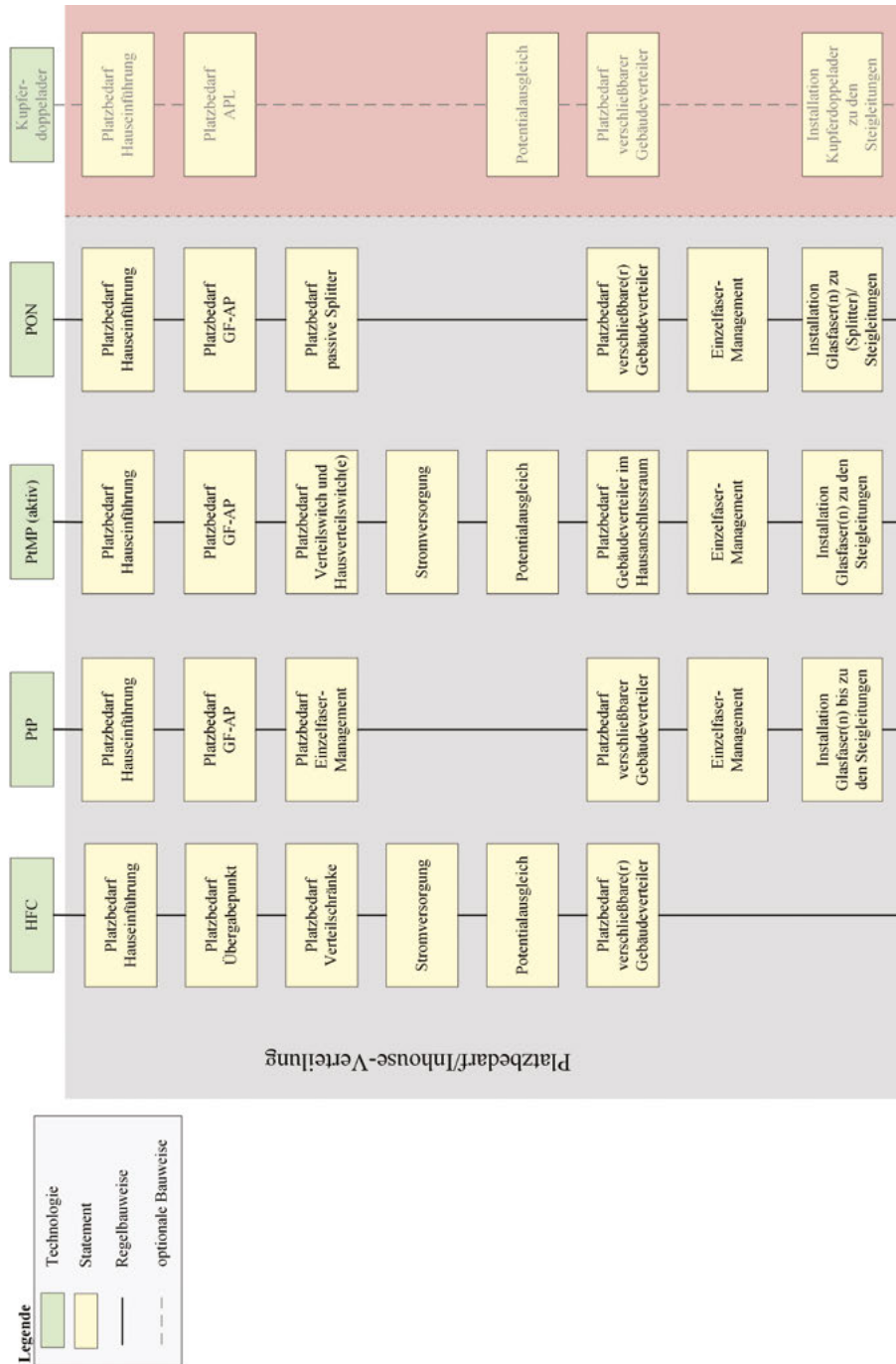
Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V., BMVI, Gigabitbüro des Bundes

6.4.4 Breitbandregion 3



Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V., BMVI, Gigabitbüro des Bundes

6.4.5 *Blackbox „Platzbedarf/Inhouse-Verteilung“



Quelle: ANGA Der Breitbandverband e. V., BMVI, Gigabitbüro des Bundes

6.5 Mitwirkende

Unternehmen/Verband	Name
ANGA Der Breitbandverband e. V.	Herr Carsten Engelke
atene KOM GmbH	Herr Dr. Wolfgang Schmidt
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)	Herr Dr. Mirko Paschke Herr Olaf Pauli
Deutsche Infrastruktur und Netzgesellschaft mbH	Christoph Lütke
Deutsche Telekom GmbH	Herr Mario Zerson
DNSNET Internet Service GmbH	Herr Gerald Plischke
Emtelle GmbH	Frau Stefanie Sill
FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG	Herr Norbert Biener
gabo Systemtechnik GmbH	Herr Alexander Geiger
GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V.	Herr Dr. Claus Wedemeier
Gigabitbüro des Bundes	Herr Caspar von Preysing Herr Stefan Heß Herr Dominic Titze
M-net Telekommunikations GmbH	Herr Alexander Rößner
Rechtsanwalt	Herr Andreas Coupette
Vodafone GmbH	Herr Georg Merdian Herr Dr. Jörg Zastra Herr Christoph Heuer
Vonovia SE	Herr Marc Andre Speckenbach
willy.tel GmbH	Herr Bernd Thielk
ZVEI e. V.	Frau Julia Dornwald

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Invalidenstraße 44
10115 Berlin
Internet: www.bmvi.de
E-Mail: poststelle@bmvi.bund.de

Stand

Januar 2021

Gestaltung | Druck

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Referat Z 32, Druckvorstufe | Hausdruckerei

Bildnachweis

Titelseite:
ANGA der Breitbandverband e. V.
willy.tel GmbH

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

