

# *Glasfasernetze – Netzinfrastrukturen in Gebäuden*

---



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr



# Inhalt

---

1	Vorwort .....	5
2	Einführung zur Handhabung .....	7
3	Grundlagen für Neubauten und Bestandsgebäude .....	9
4	Referenzmodelle/Übersichten .....	12
4.1	HFC-Netzinfrastuktur .....	12
4.2	Glasfaserinfrastruktur .....	13
4.3	Kupferdoppelader-Netzinfrastuktur .....	18
5	Gebäudeanschluss und -netzinfrastuktur .....	19
5.1	Hauszuführung .....	19
5.2	Hauseinführung .....	24
5.3	Übergabepunkt/Abschlusspunkt .....	30
5.4	Gebäudeverteiler .....	36
5.5	Etagenverteiler .....	41
5.6	Mikrorohr-, Elektroinstallationsrohr-, vorhandene Leerrohrinfrastruktur und Kabelarten im Gebäude/Ergänzende Lösungsmöglichkeiten im Bestand .....	42
6	Bauordnungsrecht und Brandschutz .....	49
7	Richtlinien und Bestimmungen .....	58

8	Anhang .....	61
8.1	Tabelle zum Platzbedarf von ÜPs, Gebäudeverteilern und Komponenten. ....	61
8.2	Erläuterungen zu Tabelle 2: Empfohlene Mindestanforderungen an 7/4 Mikrorohre für die Inhouse-Verlegung .....	62
8.3	Gängige Steckertypen für die Glasfaserverteilung .....	62
8.4	Klassifizierung für Elektroninstallations- und Mikrorohre (nach EN 61386). ....	64
8.5	Entscheidungsdiagramme .....	65
9	Abkürzungsverzeichnis und Begriffserklärungen .....	70
9.1	Abkürzungsverzeichnis. ....	70
9.2	Begriffe .....	72
10	Abbildungsverzeichnis .....	77
11	Mitwirkende .....	81



# 1. Vorwort

## § 145 TKG Netzinfrastruktur von Gebäuden

[...]

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

(5) Gebäude, die umfangreich renoviert werden und über Anschlüsse für Endnutzer von Telekommunikationsdiensten verfügen sollen, sind gebäudeintern bis zu den Netzabschlusspunkten mit passiven Netzinfrastrukturen für Netze mit sehr hoher Kapazität sowie einem Zugangspunkt zu diesen passiven gebäudeinternen Netzkomponenten auszustatten.

[...]

Flächendeckend verfügbare, hochleistungsfähige digitale Infrastrukturen sind Voraussetzung dafür, dass die digitale Transformation in Deutschland gelingt. Zur Erreichung des von der Bundesregierung in der Gigabitstrategie<sup>1</sup> formulierten Ziels, bis 2030 flächendeckend die Haushalte mit Glasfaseranschlüssen zu versorgen, werden die Telekommunikationsbranche, aber auch die Bundesregierung erhebliche Mittel für den Ausbau der Telekommunikationsinfrastruktur in der Fläche bereitstellen.

Voraussetzung für das Ausschöpfen der Potenziale von gigabitfähigen digitalen Infrastrukturen in der Fläche sind neben einer entsprechenden Netzanbindung der Gebäude auch moderne, gigabitfähige Netzinfrastrukturen innerhalb der Gebäude. Der Gesetzgeber hat dies erkannt und in § 145 Abs. 4 und 5 TKG die Verpflichtung zur Errichtung gebäudeinterner passiver Netzinfra-

strukturen getroffen, die sog. Ausstattungsverpflichtung.

Im Fall eines Neubaus ist nach der gesetzlichen Anordnung des § 145 Abs. 4 TKG zwingend eine passive Netzinfrastruktur für ein Netz mit sehr hoher Kapazität zu errichten.

Im Fall einer Gebäude-Renovierung kommt es auf den Umfang der Arbeiten an. Abgrenzungskriterium ist nach § 145 Abs. 5 TKG das Vorliegen einer „umfangreichen Renovierung“.

Eine umfangreiche Renovierung liegt nach der Definition des § 3 Nummer 68 TKG im Fall von Tief- oder Hochbauarbeiten am Standort des Endnutzers vor, die strukturelle Veränderungen an der gesamten gebäudeinternen passiven Telekommunikationsnetzinfrastruktur oder einem wesentlichen Teil davon umfassen. Als passive Telekommunikationsnetzinfrastruktur (vgl. den Begriff der passiven Netzinfrastrukturen gem. § 3 Nr. 45 TKG) im Gebäude gelten insbesondere Leerrohre und Kabelkanäle. Erforderlich für das

<sup>1</sup> Gigabitstrategie der Bundesregierung, 2022: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digitaler-aufbruch/gigabitstrategie-2017464>

Vorliegen einer umfangreichen Renovierung sind damit strukturelle Veränderungen zumindest an einem wesentlichen Teil der gebäudeinternen Telekommunikationsnetzinfrastruktur. Die Ausstattungsverpflichtung gewährleistet, dass im Fall eines Austausches der passiven Telekommunikationsnetzinfrastruktur Leerrohre für Netze mit sehr hoher Kapazität verbaut werden.

Erfolgt eine umfangreiche Renovierung im o. g. Sinn, ist mit Blick auf die ggf. vorhandene gebäudeinterne Netzinfrastruktur wie folgt zu differenzieren<sup>2</sup>:

- Ist eine passive Netzinfrastruktur vorhanden, die zur Aufnahme eines gigabitfähigen Netzes geeignet ist, greift die Ausstattungsverpflichtung nicht. In diesem Fall ist der mit der Ausstattungsverpflichtung verfolgte Zweck, nämlich die Bewohner ohne großen Aufwand mit Gigabitanschlüssen zu versorgen, bereits erfüllt.
- Ist keine passive Netzinfrastruktur für ein Netz mit sehr hoher Kapazität vorhanden, so greift die Ausstattungsverpflichtung, soweit die gebäudeinterne passive Netzinfrastruktur keine Versorgung der Bewohner entsprechend der Spezifikationen für ein Netz mit sehr hoher Kapazität ermöglicht. Kann die im Gebäude vorhandene Verkabelung entsprechend der Anforderungen für ein Netz mit sehr hoher Kapazität genutzt werden, so bedarf es im Fall der umfangreichen Sanierung also nicht der zusätzlichen Errichtung einer passiven Netzinfrastruktur.

Ist die Errichtung einer gebäudeinternen passiven Netzinfrastruktur nicht gesetzlich zwingend, so kann diese im Einzelfall aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll sein, um insbesondere die spätere Aufrüstung der gebäudeinternen Netzinfrastruktur oder deren Reparatur zu erleichtern.

Ist der Anwendungsbereich der Ausstattungsverpflichtung eröffnet, stellt sich in der Praxis die Frage, wie die gesetzlichen Vorgaben umzusetzen sind und welche technischen Spezifikationen die gebäudeinterne Netzinfrastruktur aufweisen sollte.

Um der fortschreitenden Netzinnovation keine Zügel anzulegen, hat der Gesetzgeber keine netzspezifischen Vorgaben getroffen und sich auf Vorschriften zur Installation von Leerrohrinfrastrukturen und Zugangspunkten bei Neubauten und umfangreichen Renovierungen als gesetzlichen Standard beschränkt. Eben diese Netz- und Angebotsvielfalt in Verbindung mit dem dynamisch sich fortentwickelnden Stand der Technik erschweren die richtige Auswahl erheblich.

Die folgenden Ausführungen enthalten bautechnische Empfehlungen für die Errichtung einer gebäudeinternen Netzinfrastruktur. Fragen des offenen Netzzugangs, der Mitnutzung durch Drittanbieter, Mitnutzungsentgelte oder Vertragsgestaltungen werden nicht thematisiert.

Die Handreichung „Glasfasernetze – Netzinfrastrukturen in Gebäuden“ ersetzt die Veröffentlichung „Bausteine für Netzinfrastrukturen von Gebäuden“, BMDV, Stand März 2021.

<sup>2</sup> Im Fall einer umfangreichen Renovierung ist die ggf. vorhandene passive Telekommunikationsinfrastruktur (Leerrohre) zu prüfen, ob sie zum Zeitpunkt der Umbauten den Anforderungen für die Aufnahme eines Netzes mit sehr hoher Kapazität genügt.

## 2 Einführung zur Handhabung

---

Die folgenden Ausführungen enthalten Empfehlungen für Bestands- und Neubauten. Zielgruppe sind alle, die an der Planung und der Realisierung von Inhouse-Netzinfrastrukturen in neuen und bestehenden Mehrfamilienhäusern beteiligt sind (u. a. Planer, Architekten, Investoren, Gebäudeeigentümer, Netzbetreiber und bauausführende Unternehmen).

Mit Ausnahme der im vorhergehenden Vorwort genannten verpflichtenden Ausstattungsmerkmale werden rechtlich unverbindliche, weitergehende Empfehlungen als mögliche Entscheidungshilfe für die Errichtung passiver und aktiver Infrastrukturen in Neubau- und Bestandsgebäuden aufgezeigt.

Die Empfehlungen berücksichtigen unter anderem folgende Aspekte:

- Die nach dem derzeitigen Telekommunikationsgesetz erforderlichen Maßnahmen zur Vorhaltung einer passiven Inhouse-Netzinfrastruktur (vgl. Vorwort),
- die jeweils lokal bestehende Verfügbarkeit von Netzbetreibern<sup>3</sup> bzw. Breitband-Technologien,
- unterschiedliche Infrastrukturkonzepte, wie zum Beispiel Glasfaser und breitbandige

Koaxialnetze sowie mögliche Mischstrukturen,

- Brandschutzaspekte,
- Hinweise, wie Netzinfrastrukturen zu planen und zu bauen sind, um spätere Nachrüstungsmaßnahmen möglichst zu vermeiden.

Das Autorenteam hat hohen Wert darauf gelegt, die technischen Sachverhalte möglichst anschaulich darzustellen. Als Hilfestellung sind zahlreiche Abkürzungen und Begriffserklärungen im Kapitel 3 und die vereinfachten Ablaufdiagramme im Anhang aufgeführt. Im Folgenden sind Empfehlungen zur Lektüre aufgeführt:

1. Lesen Sie das Vorwort mit den verpflichtenden Hinweisen zur Gebäudeausstattung im Neubau und Bestand.
2. Verschaffen Sie sich einen grundlegenden Überblick über die bestehenden technischen Optionen auf Basis der Entscheidungsdiagramme für Neu- und Bestandsbauten (Anhang 8.5)
3. Informieren Sie sich über notwendige Platzbedarfe für die verschiedenen technischen Lösungen und Strukturen in der Tabelle im Anhang 8.1.
4. Sofern unklar ist, welche Breitbandanbieter oder Breitbandnetze lokal verfügbar sind, holen Sie sich Informationen bei amtlichen

<sup>3</sup> Hier und im Folgenden bezeichnet der Begriff „Netzbetreiber“ zur einfacheren Lesbarkeit die Telekommunikationsnetzbetreiber. Der Begriff „Versorgungsnetzbetreiber“ umfasst die Netzbetreiber aller Versorgungsinfrastrukturen (Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation).

Stellen vor Ort ein und werfen Sie einen ergänzenden Blick in den Breitbandatlas des Gigabit-Grundbuchs ([www.breitbandatlas.de](http://www.breitbandatlas.de)).

5. Bedenken Sie bei Ihrer Auswahlentscheidung, dass
  - a. zwar grundsätzlich alle beschriebenen Infrastrukturen die gesetzlichen Vorgaben und die Anforderungen an eine zukunfts-sichere Ausgestaltung der Inhouse-Netz-infrastrukturen erfüllen;
  - b. die Empfehlungen naturgemäß allerdings keine konkreten regionalen oder unternehmerischen Spezifika berücksichtigen können. Prüfen Sie daher projektindividuell anhand der beschriebenen Kriterien, welche Netzinfrastrukturen 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 Mehrfamilienhäusern tendenziell am besten eignen.
6. Holen Sie sich bei Bedarf externen Rat ein.
7. Bei Fragen stehen Ihnen neben dem Herausgeber, dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), auch die in Kapitel 11 benannten Mitwirkenden des Autorenteam als Ansprechpartner zur Verfügung.

# 3 Grundlagen für Neubauten und Bestandsgebäude

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die entsprechenden Verfügbarkeiten passiver Infrastrukturen (Mikrorohr- und/oder Elektroinstallationsrohrinfrastrukturen) für Netze mit sehr hoher Kapazität (Very-High-Capacity-[VHC-] Netze). Es werden die am Markt vorhandenen Netzinfrastrukturen betrachtet, 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) und in Bestandsgebäuden definieren zu können.



Abbildung 1: Beispiel des Neubaus eines Mehrfamiliengebäudes

Bei der Planung der digitalen Inhouse-Netzinfrastrukturen ist eine enge Abstimmung mit dem Bauherrn sinnvoll. Ebenso empfiehlt sich die Rücksprache mit vor Ort aktiven Netzbetreibern, um deren Bedarfe berücksichtigen zu können. Hierbei sind zukünftige Bedarfe, wie zum Beispiel Platzbedarfe und die Anbindung notwendiger Stromversorgungen, Platzbedarfe für notwendige zentrale Infrastrukturlpunkte, 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 neue WiFi-Generationen) innerhalb des Gebäudes weiter an Bedeutung zunehmen.

Ist ein Wohnungs-, ein Hausneubau oder eine Bestandssanierung geplant, sollte in Erfahrung gebracht werden, ob bereits VHC-Anschlüsse verfügbar sind oder ob und wann ein Ausbau von VHC-Netzinfrastrukturen geplant ist. Dies ist beispielsweise durch eine Abfrage bei der

kommunalen Verwaltung, dem Gigabitbüro des Bundes, bei den Netzbetreibern oder bei regionalen Elekrounternehmen 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 (Teil des Gigabitgrundbuchs) bietet die Möglichkeit, online nachzuschlagen, welcher Netzbetreiber vor Ort aktiv ist. Findet der Wohnungs- bzw. Hausneubau oder die Bestandssanierung in einem bereits erschlossenen Gebiet statt, bietet sich zur Orientierung ergänzend 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-Netzinfrasturktur werden je nach regionaler Anbietersituation in drei verschiedene Breitbandregionen unterteilt:

#### **Breitbandregion 01:**

Es ist keine VHC-Netzinfrasturktur 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 Rohrinfrasturktur, 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-Netzinfrasturktur 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-Netzinfrasturktur sollte nach Möglichkeit in einem M25 Elektroinstallationsrohr zu den Wohnungen geführt werden.

#### **Breitbandregion 02:**

Eine VHC-Netzinfrasturktur 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 Referenzmodelle/ Übersichten

## 4.1 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.

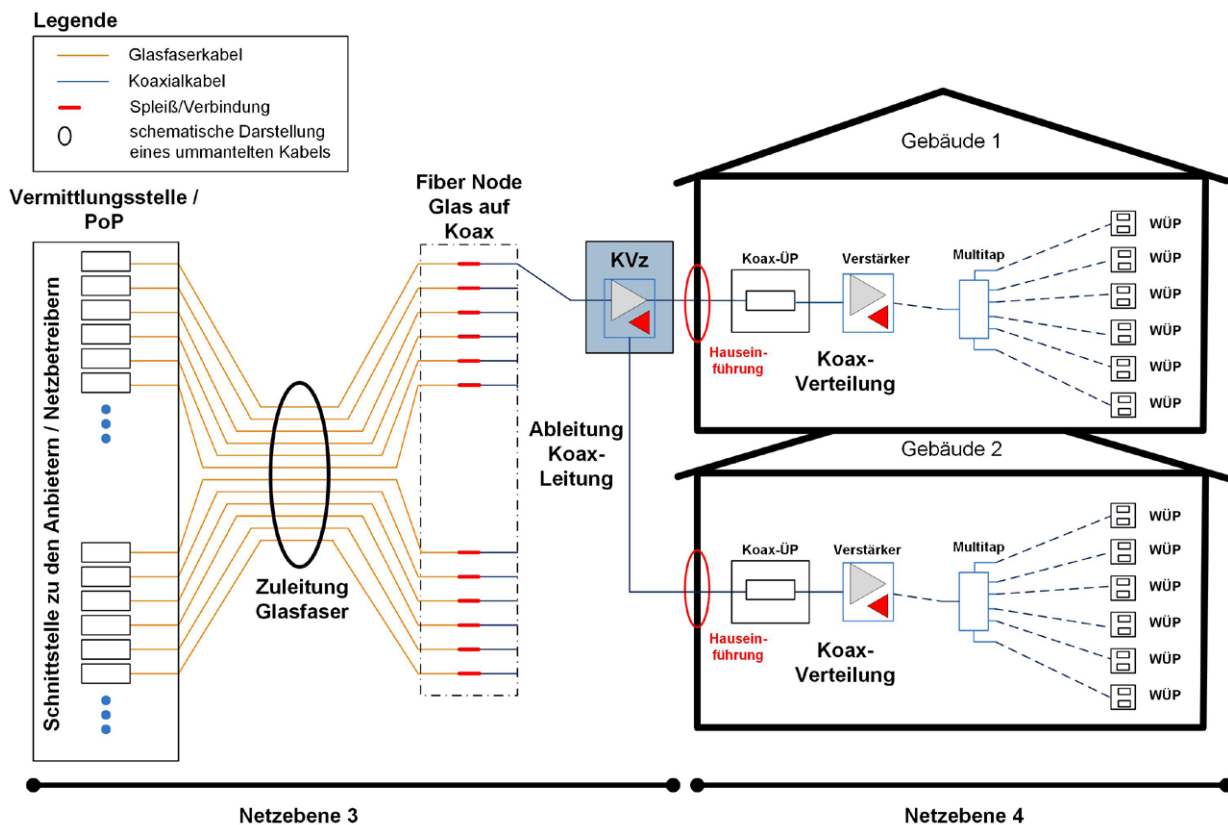


Abbildung 2: Referenzmodell HFC-Netzinfrastruktur



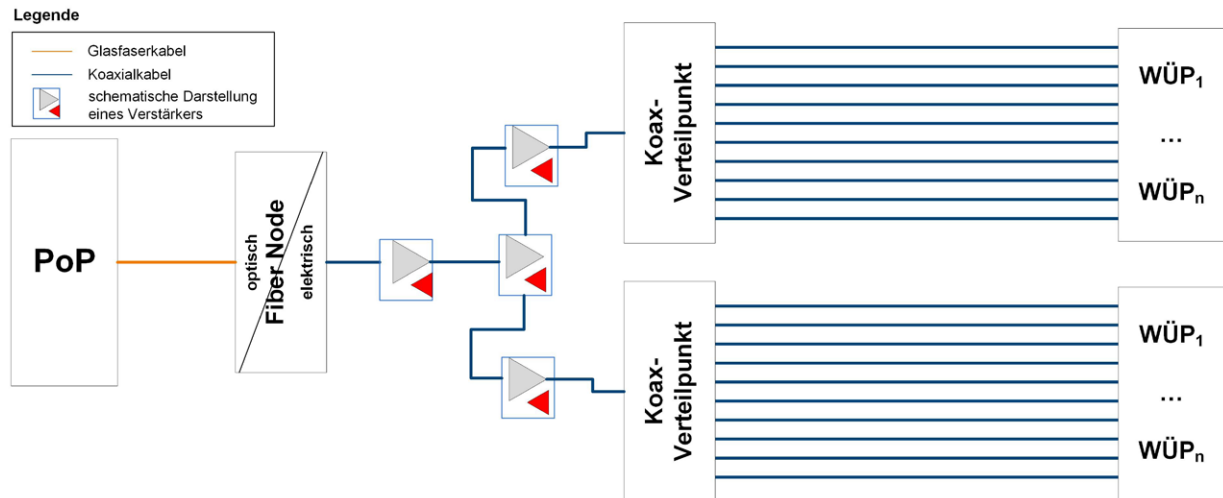


Abbildung 3: Prinzip der HFC-Netzinfrastruktur

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

Bei der DOCSIS-Technologie gibt es bei Notwendigkeit die Möglichkeit, im Inhouse-Bereich eine eventuell vorhandene Glasfaser-Netzinfrastruktur zu verwenden. Dies ist als Interimslösung gedacht und bringt zeitliche Vorteile, bis die Ableitungsebene mit Glasfaser ertüchtigt ist. 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.

## 4.2 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.

## Referenzmodell einer PtP-Netzinfrastruktur

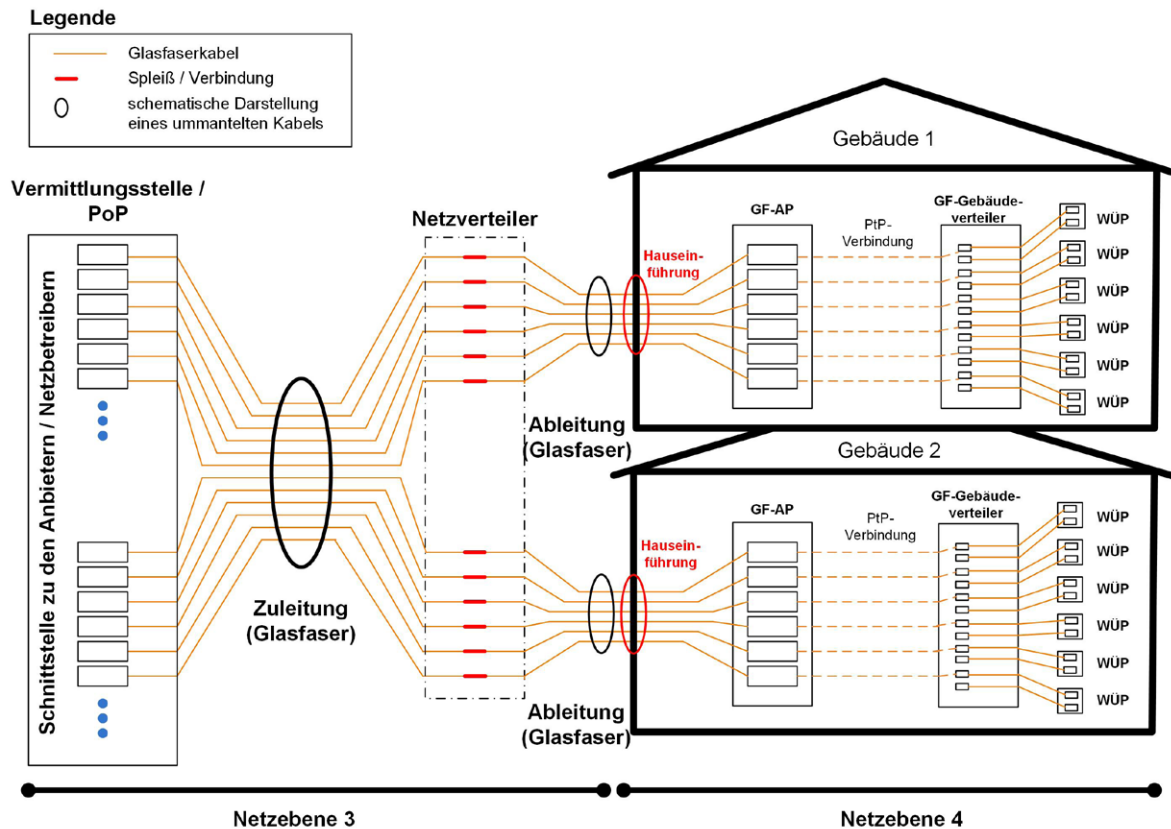


Abbildung 4: Referenzmodell PtP-Netzinfrastruktur

Eine PtP-Netzinfrastruktur (siehe Abbildung 4) beschreibt eine durchgängige, direkte Glasfaser-Verbindung 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 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.

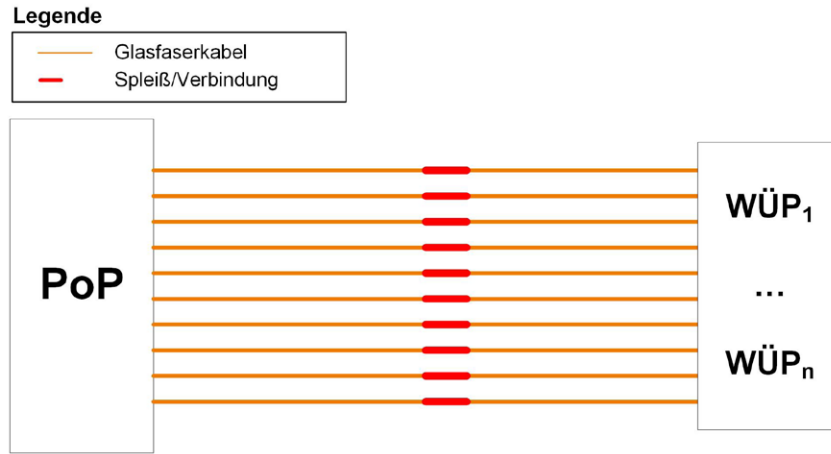


Abbildung 5: Prinzip der PtP-Netzinfrastruktur

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.

**Referenzmodell einer PON-Netzinfrastruktur (passive Verteilung)**

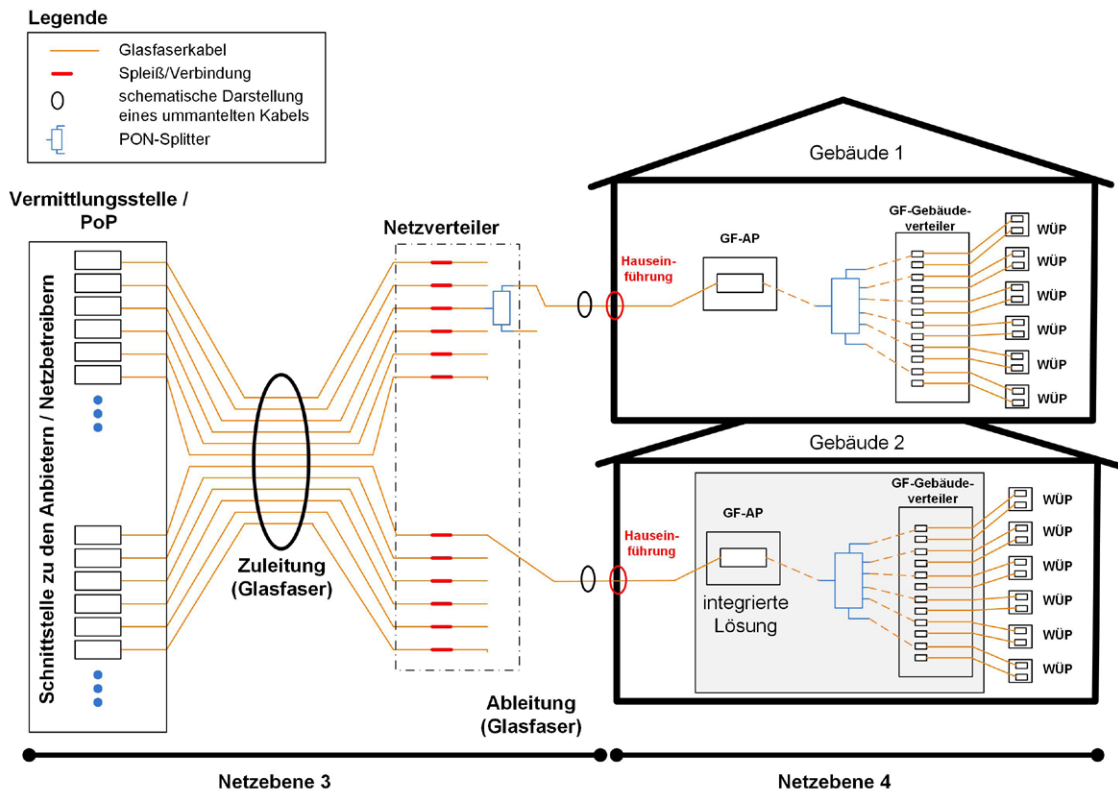


Abbildung 6: Referenzmodell PON-Netzinfrastruktur

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.

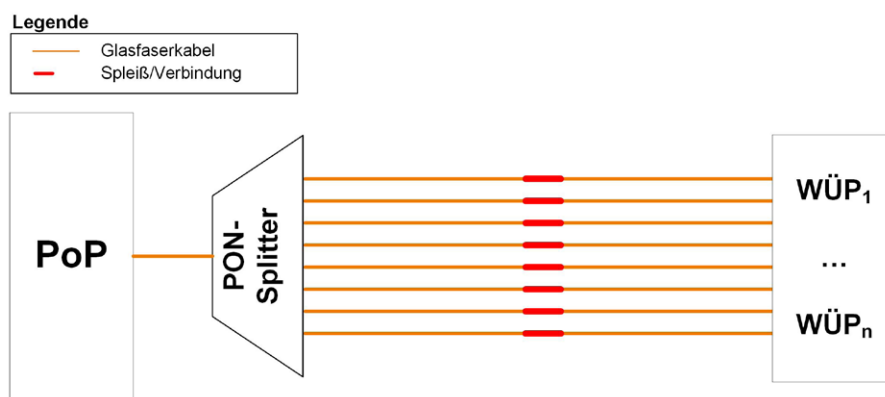


Abbildung 7: Prinzip der PON-Netzinfrastruktur

### Referenzmodell einer PON-Netzinfrastruktur (passive Verteilung)

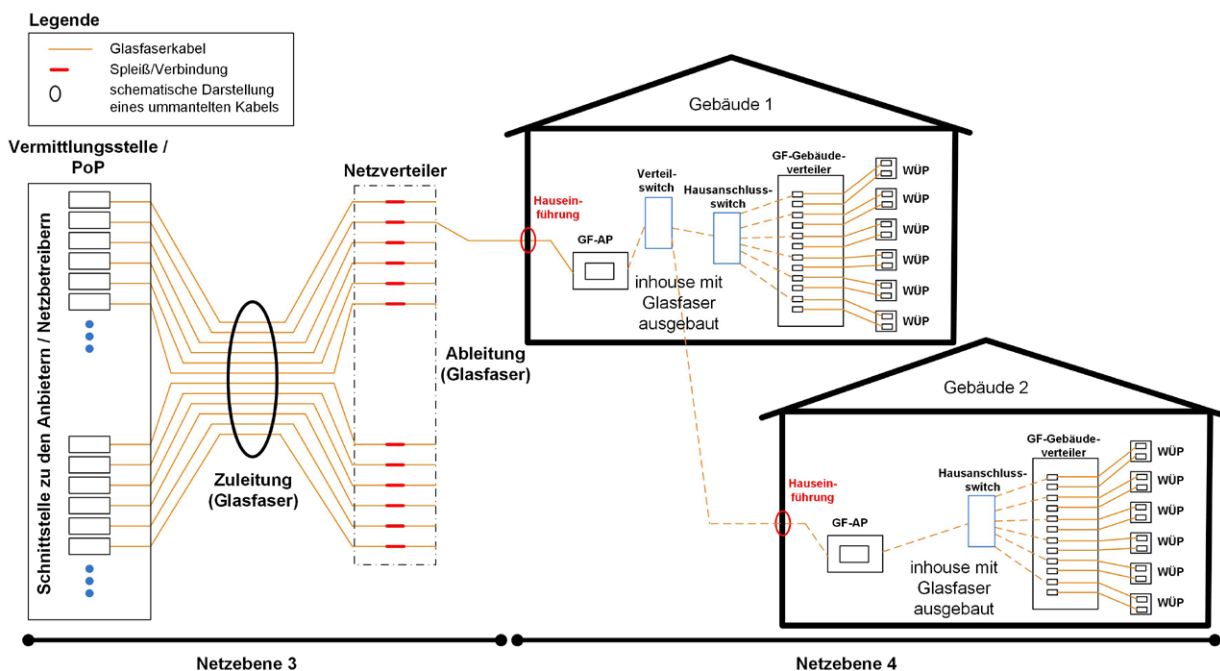


Abbildung 8: Referenzmodell PtMP-Netzinfrastruktur

PtMP-Netzinfrastrukturen (siehe Abbildung 8) 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.

Die aktiven Switches in PtMP-Netzinfrastrukturen versorgen entweder über jeweils einen Port einen WÜP oder Switches in weiteren Gebäuden. In diesem Fall wird der erste Switch als Verteilswitch, die nachgelagerten Switches als Hausverteilswitch 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 Übertragungsbreiten 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.

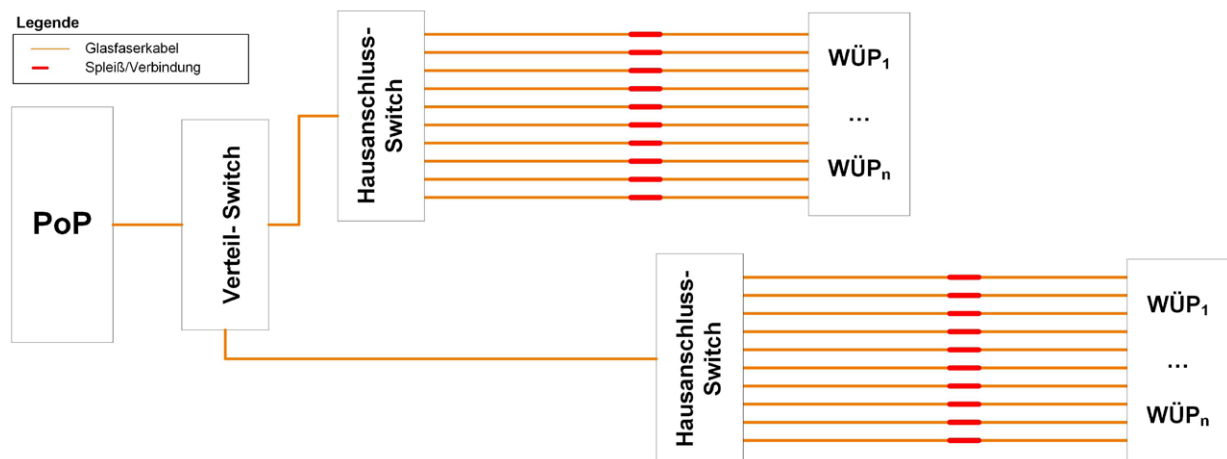


Abbildung 9: Prinzip der PtMP-Netzinfrastruktur mit mehreren Hausanschlussswitches

### 4.3 Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur

Ist der Neubau in der Breitbandregion 01 verortet, kann als Übergangslösung eine eventuell verfügbare Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur

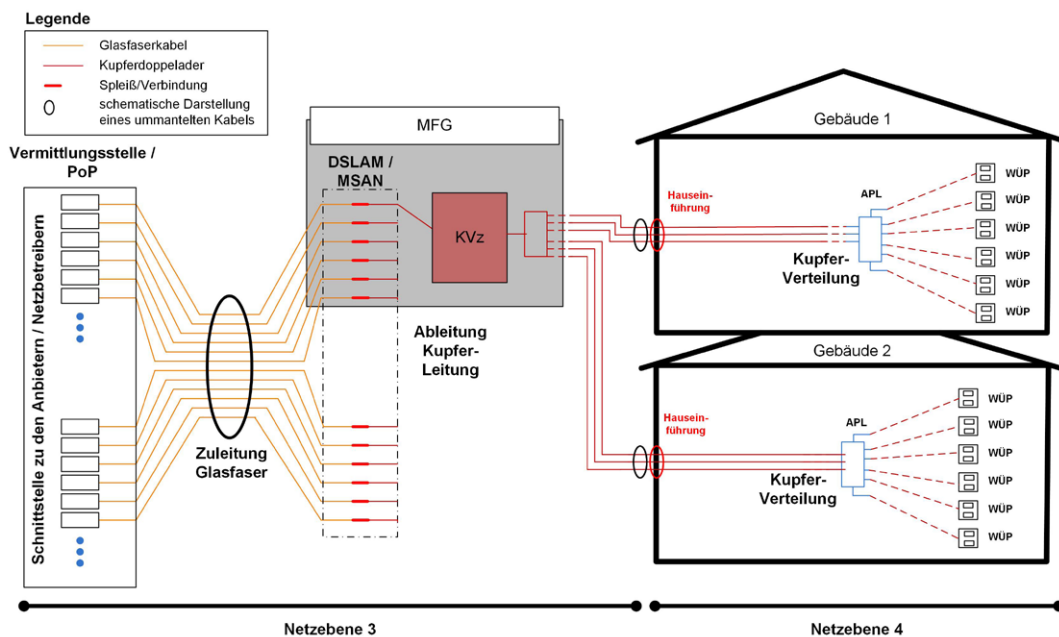


Abbildung 10: Referenzmodell Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur (xDSL)

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 01 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 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

für die Versorgung vorgesehen werden. Die Signale müssen 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.

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 Minimalsausstattung für die NE 4 wählen, die so dimensioniert ist, dass Glasfaser- 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.

# 5 Gebäudeanschluss und -netzinfrastruktur

## 5.1 Hauszuführung

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).

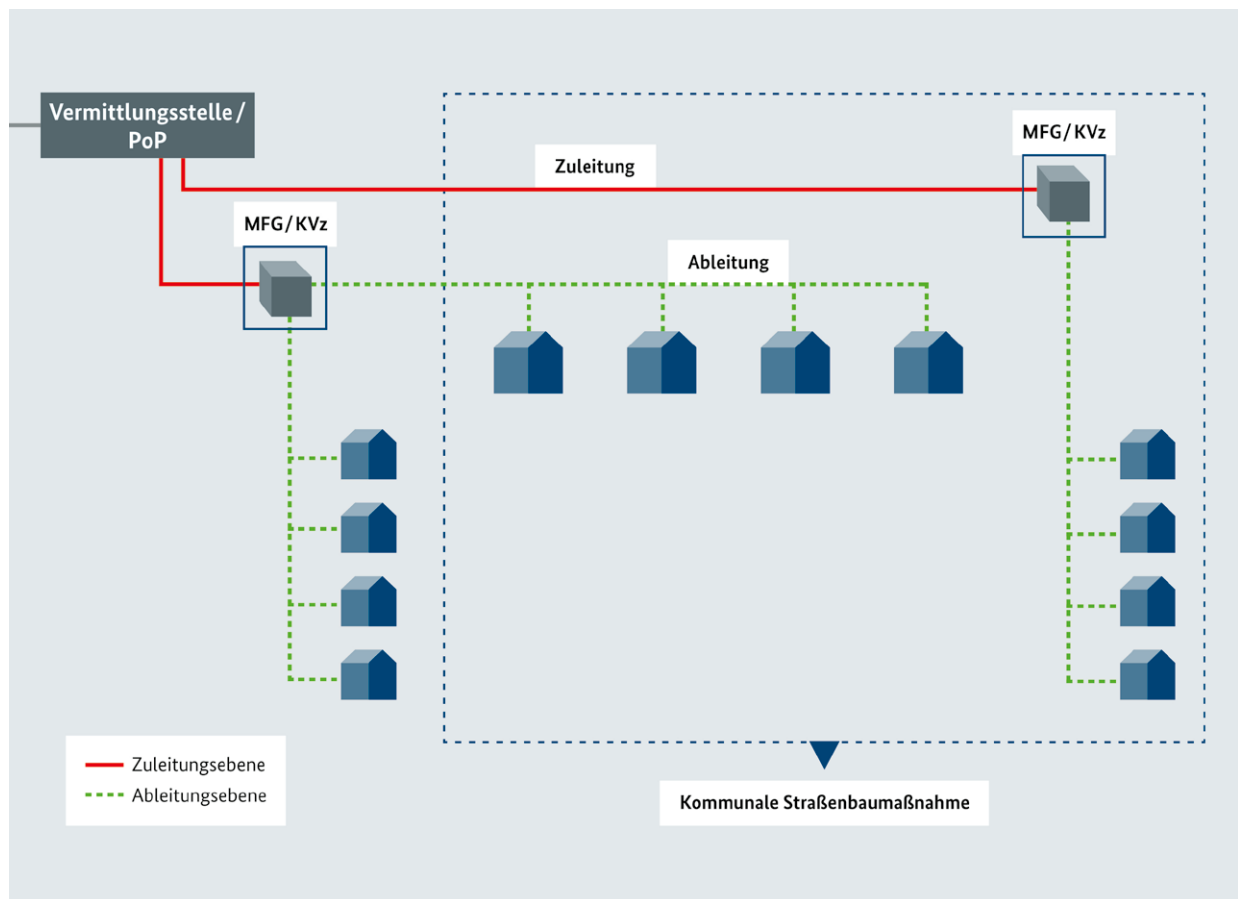


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Netzinfrastruktur mit Netzebenen



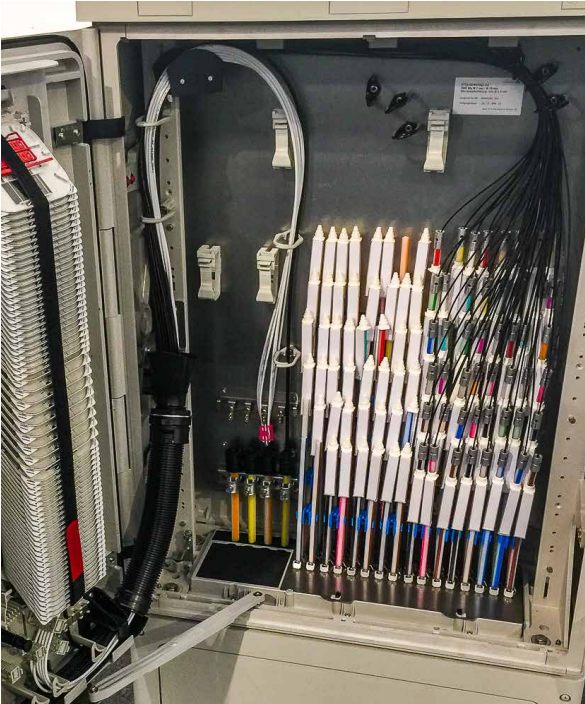


Abbildung 12: Aufbau eines KVz mit Verbindungen zur Zuleitungs- und Ableitungsebene

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.

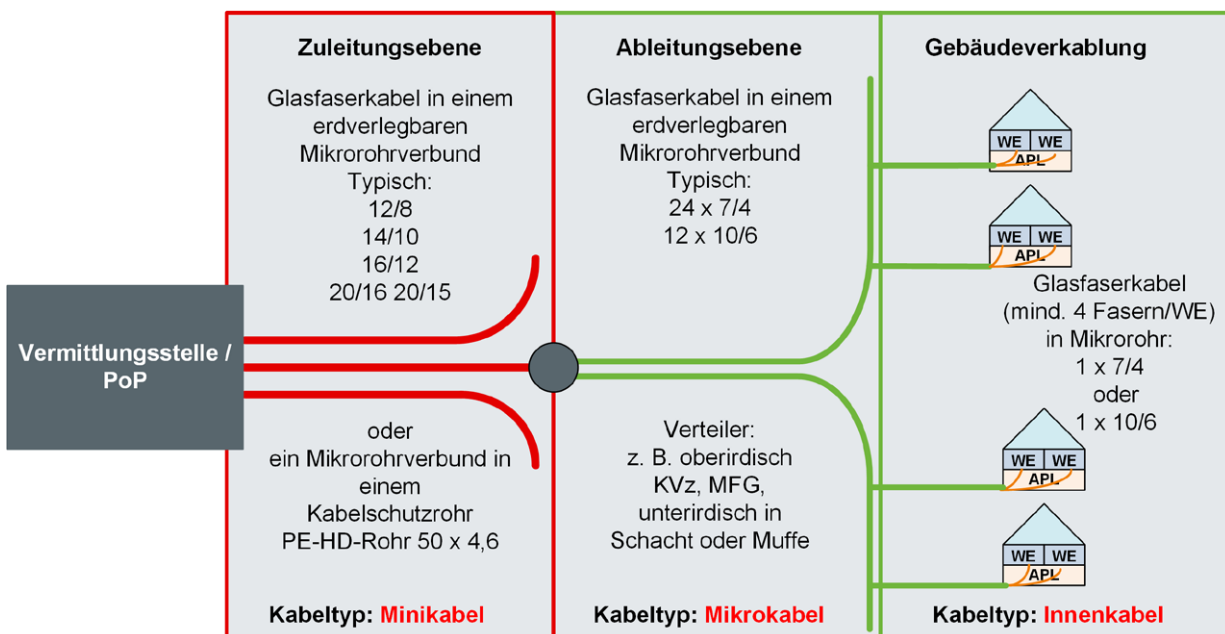


Abbildung 13: Darstellung der Verteilebenen von PoP bis zur WE mit Materialspezifikationen



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 Mikrorohrverbunde besitzen üblicherweise einen größeren Durchmesser als die Mikrorohrverbunde 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 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 und dem FTTH-Konzept ab. Durchmesser und Beschaffenheit der eingesetzten Mikrorohrverbunde ergeben sich damit aus der Anzahl der Gebäude und der zu versorgenden Haushalte in einem Netzabschnitt.

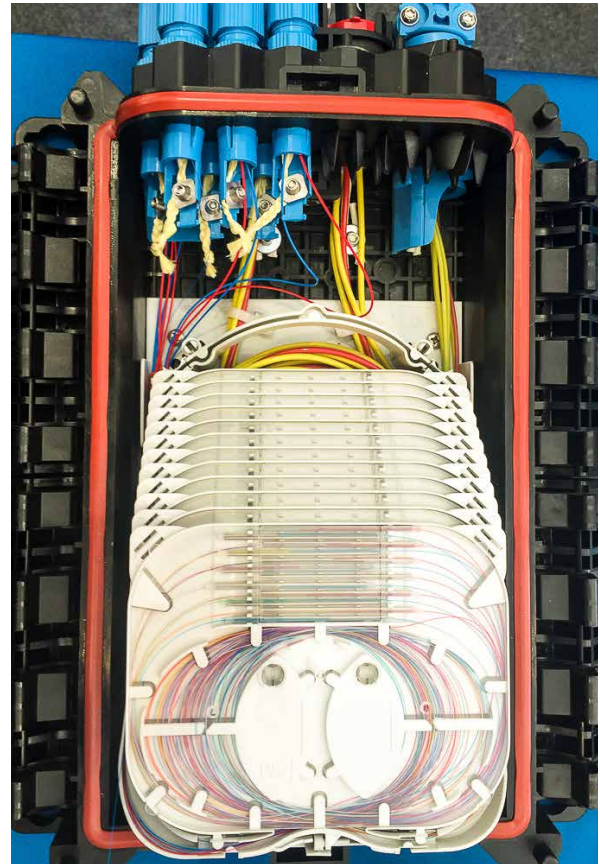


Abbildung 14: Muffe zur Verbindung von Zuleitungsebene und Ableitungsebene

Für glasfaserbasierte Inhouse-Netzinfrastrukturen wird empfohlen, je vier Fasern pro WE im Inhouse-Bereich zum WÜP zu führen. Nach Möglichkeit sollten zudem zwei zusätzliche Mikrorohre für das 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 ist ein entsprechender Platzbedarf zu berücksichtigen.

Für die Dimensionierung der Hauseinführung sind die Materialspezifikationen der Ableitungsebene relevant.<sup>4</sup>

### Anforderungen an Mikrorohre für Inhouse-Netzinfrastrukturen

Die empfohlenen Mindestanforderungen an die Mikrorohre für die Inhouse-Verlegung nach DIN EN 61386 sind in Tabelle 1 dargestellt (Erläuterungen in Anhang 8.2).

**Tabelle 1: Empfohlene Mindestanforderungen an 7/4 Mikrorohre für die Inhouse-Verlegung**

Quelle: PG-Technik des BMDV

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

### Verarbeitung

Es wird empfohlen, die Inhouse-Mikrorohre bei Verlegung mit einem Gasschutz zu verschließen. Die Installation eines Gasschutzes wird empfohlen sowohl nach den Gebäudeverteiltern als auch innerhalb der WE, um die Ausbreitung von verschiedenen brennbaren oder giftigen Gasen

über die Mikrorohrinfrastruktur zu vermeiden. Zusätzlich werden durch den Gasschutzstopfen ebenfalls der Stecker und die Spleiße in der Wohnung zugentlastet. Generell sollten Mikrorohre während der Installation wie auch in der Nutzungsphase verschlossen werden, um Verschmutzung oder Verstopfung vorzubeugen.

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



Abbildung 15: Abschlussstopfen eines Mikrorohrs kommend aus der Ableitungsebene

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



Abbildung 16: Abschlussstopfen eines Inhouse-Mikrorohrs

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

<sup>4</sup> Für Mindestanforderungen an das zu verwendende Material für den Außenbereich s. Materialkonzept Breitbandförderung: <https://gigabit-projekttraeger.de/materialkonzepte-im-geforderten-breitbandausbau/> bzw. Materialkonzept zur Mitverlegung: <https://bmdv.bund.de/publikationen/materialkonzept-mitverlegung>

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 Mikrorohre.



Abbildung 17: Verschlussstopfen für Elektroinstallationsrohre zur Vermeidung von Rauchausbreitungen

Abbildung 17 zeigt Verschlussstopfen für Elektroinstallationsrohre zur Vermeidung der Ausbreitung von Rauchgasen. Diese Stopfen können nicht für eine Zugentlastung von Kabelverbindungen eingesetzt werden.



Abbildung 18: Beispiel eines Verschlussstopfens für Elektroinstallationsrohre

Abbildung 18 zeigt beispielhaft einen unverbauten Verschlussstopfen für Elektroinstallationsrohre.

In Kapitel 7 wird ausführlicher auf die Klassifizierung von Kabeln, Mikro- und Elektroinstallationsrohren sowie die europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO) eingegangen. Dort sind auch weitere Brandschutzbedingungen beschrieben.

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.



Abbildung 19: Schematischer Aufbau eines Gasstopps für Hauswände

## Bestand

Vor Baumaßnahmen zur Realisierung von Inhouse-Netzinfrastrukturen in Bestandsbauten ist zu klären, ob und in welchem Zeitrahmen im Zuge einer Erneuerung von Versorgungsnetzinfrastrukturen (Gas, Wasser, Strom etc.) das Gebäude an eine VHC-Netzinfrastruktur angeschlossen wird. Daraufhin kann geprüft werden, welche Netzinfrastruktur für das Gebäude geplant wird. Gegebenenfalls kann zusammen mit den beteiligten Versorgungsnetzbetreibern ein Migrationskonzept hin zur Glasfaser entwickelt werden.

## 5.2 Hauseinführung

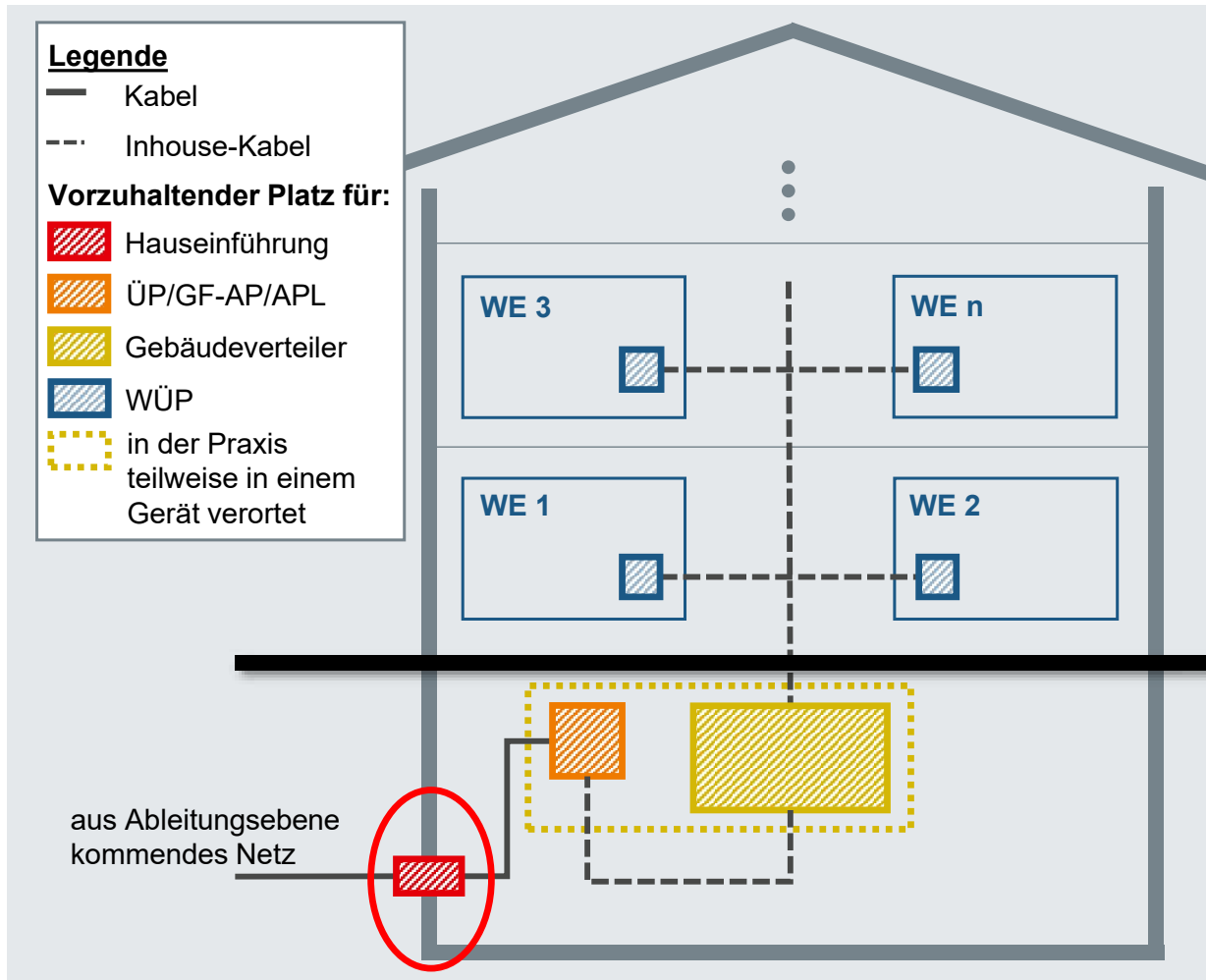


Abbildung 20: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf der Hauseinführung

Abbildung 20 zeigt die Lage der Hauseinführung (hier rot gekennzeichnet) in einer schematischen Darstellung der Inhouse-Netzinfrastrukturele-

mente. Die folgenden Abschnitte gehen auf die verschiedenen Möglichkeiten der Hauseinführung und deren Anforderungen ein.

## Bestand

Im Bestandsbau sind die Hauseinführungen bereits vorhanden. Zugänge werden als Einspartenhouseinführung realisiert.

Sind Trassen von Versorgungsnetzbetreibern (Strom, Gas, Telekommunikation etc.) vorhanden, sind bei neuen Hausanschlüssen die Zuführungswege und die Gebäudeeintritte mit dem Gebäude-/Grundstückseigentümer einvernehmlich festzulegen. Entsprechend der Anzahl der Telekommunikationsnetzbetreiber sollte jeweils eine separate bauseitige Aussparung bzw. Bohrung mit einem passenden Durchmesser erstellt werden oder wird vom jeweiligen Netzbetreiber selbst hergestellt. Die Hauseinführung selbst wird vom entsprechenden Netzbetreiber geliefert, eingebaut und entsprechend am Gebäudekörper abgedichtet.

Neue Hausanschlüsse für Netzinfrastrukturen für Telekommunikation und für andere Versorgungssparten sind so aufzubauen, dass keine weiteren Infrastrukturen in Installation, Betrieb und Instandhaltung beeinträchtigt werden. Die Hauseinführung ist gas-, wasser- und gegebenenfalls druckwasserdicht herzustellen und muss für die geplante Verwendung geeignet sein. Die Gebäudedurchdringung wird in der Regel durch eine Bohrung realisiert. Je nach Aufbau des Mauerwerks kann der Einbau eines Futterrohrs oder der Einbau eines Schutzrohrs mit einer Abdichtmanschette notwendig sein.

## Neubau

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 instandgehalten 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.



## Einspartenhouseinführung

Bei einer Einspartenhouseinführung 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.

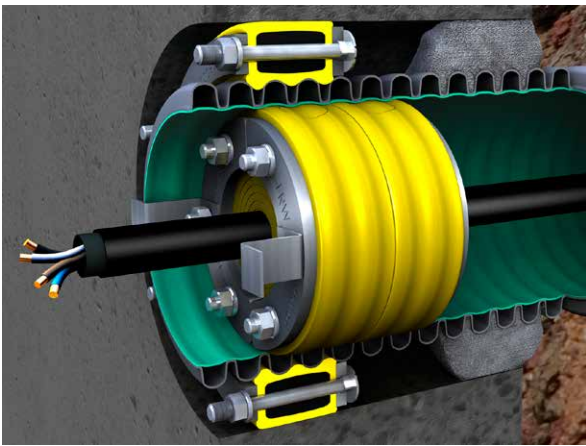


Abbildung 21: Einspartenhouseinführung mit erdverlegtem Elektroinstallationsrohr und variablem Dichteinsatz (für ein oder mehrere Kabel oder Rohre), die durch eine Bohrung am Mauerdurchbruch geführt wird

In Abbildung 21 ist beispielhaft die Ausführung einer Einspartenhouseinführung durch eine Bohrung dargestellt. Die Hauseinführung wird durch ein erdverlegtes Elektroinstallationsrohr gestützt, welches einen Installationshohlraum und mechanischen Schutz für ein oder mehrere Kabel oder Rohre bietet.

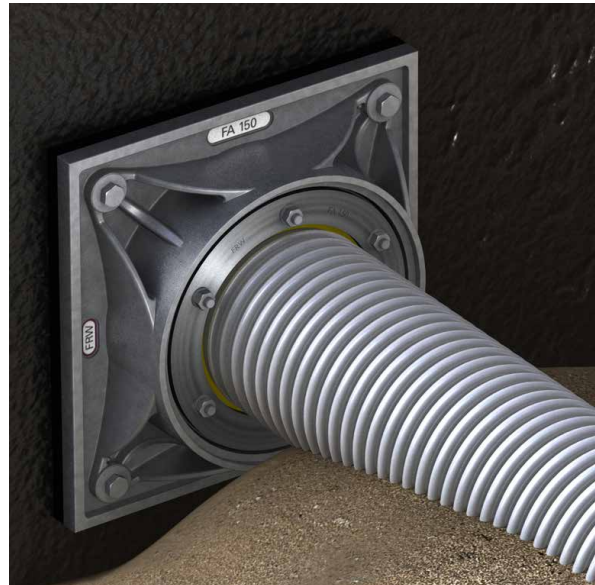


Abbildung 22: Einspartenhouseinführung mit erdverlegtem Elektroinstallationsrohr und variablem Dichteinsatz (für ein oder mehrere Kabel oder Rohre), die durch einen Vorbaufansch am Mauerdurchbruch geführt

In Abbildung 22 ist ein Vorbaufansch zum nachträglichen Andübeln an der Wand abgebildet. Dieser kann über Bohrungen oder einen unregelmäßigen Mauerdurchbruch mit verschiedenen Dichteinsätzen für Kabel und Rohre gesetzt werden.



Abbildung 23: Einspartenhouseinführung für einen Netzbetreiber

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 23).



Abbildung 24: Einspartenhauseinföhrung für einen bzw. zwei Netzbetreiber

Abbildung 24 zeigt zwei alternative Einspartenhauseinföhrungen, von denen die obere mit Expansionsharz ausgefüllt ist. Die Einspartenhauseinföhrungen können je nach Netzbetreiber unterschiedlich ausgeföhrt werden.

### Grabenlose Einspartenhauseinföhrung

Alternativ zu den oben beschriebenen Varianten der Einspartenhauseinföhrung wird die grabenlose Hauseinföhrung vom Innenbereich des Gebäudes hin zu einer Zielgrube erstellt. Dafür wird eine Kernbohrung vom Keller aus durch die Außenwand durchgeföhrt.

In das hergestellte Bohrloch wird eine Erdverdrängungsrakete eingeföhrt und in Richtung einer Zielgrube, die sich vor dem Gebäude befindet, mittels Druckluft getrieben. In der Zielgrube wird der Drucklaufschlauch der Erdrakete abgeklemmt. Dieser wird im Anschluss in den Keller zurückgezogen. Von der Zielgrube aus wird ein Mikrorohr durch die Bohrung im Erdreich bis in den Keller geschoben. Anschließend erfolgt vom Keller aus ein Einsetzen der Hauseinföhrung, das Abdichten mit Expansionsharz, das Kürzen des überstehenden Mauerdurchföhrungsrohres und schlussendlich die Montage des Rasterbogens.



Abbildung 25: Nachträglich gelegte Hauseinföhrung

Abbildung 25 zeigt eine Möglichkeit für eine nachträglich gelegte Hauseinföhrung. Die grabenlose Hauseinföhrung ist gas- und wasserdicht bis zu 1 bar möglich. Das in der Regel eingesetzte 7/4 Mikrorohr wird durch ein Bohrloch in das Haus eingeföhrt, das anschließend zur mechanischen Befestigung und Abdichtung mit Expansionsharz ausgefüllt wird.

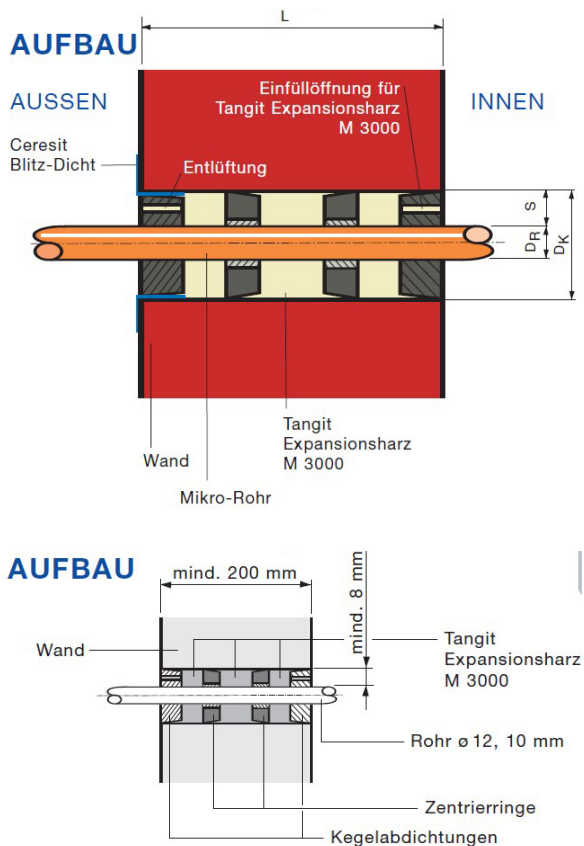


Abbildung 26: Beispielhafte Abdichtung einer Einspartenhouseinführung

Bei der Verlegung mehrerer Versorgungsleitungen in ein Gebäude ist üblicherweise eine separate Einspartenhouseinführung für jeden Versorgungsnetzbetreiber anzustreben, da es zwischen den Versorgungsnetzbetreibern für die Nutzung eines gemeinsamen Bohrlochs keine klare Regelung der Verantwortlichkeiten bei zum Beispiel Undichtigkeiten oder Gewährleistungen gibt. Werden mehrere separate Houseinführungen nebeneinander erstellt, ist daher insbesondere auf einen Mindestabstand von in der Regel 10 bis 20 cm zu achten (siehe Abbildung 23) oder es ist ein gesonderter Zugangsbereich für das Gebäude vorgesehen.

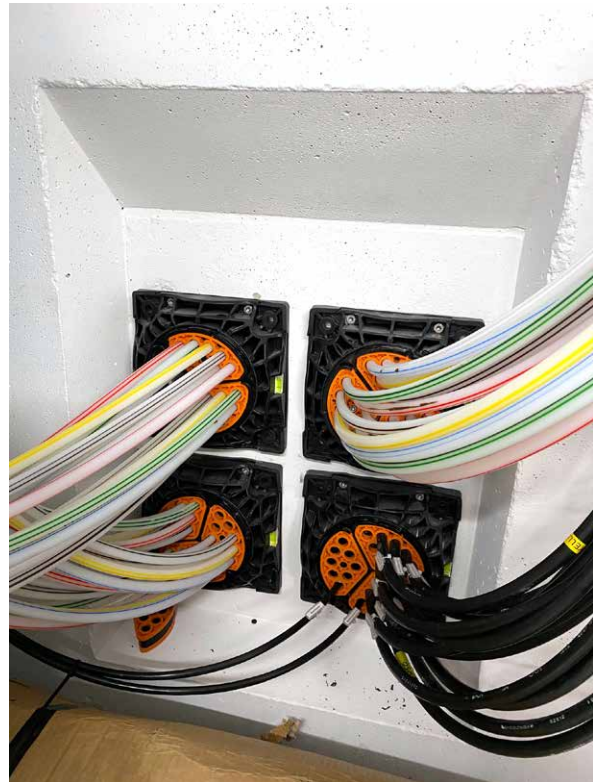


Abbildung 27: Vier separat installierte Einspartenhouseinführungen unterschiedlicher Netzbetreiber

Abbildung 27 zeigt einen solchen vorgesehenen Zugangsbereich mit vier separaten Einspartenhouseinführungen.

### 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 28: Mehrspartenhauseinführung an der Gebäudeaußenwand

Abbildung 28 zeigt einen beispielhaften Zugang von der Ableitungsebene zur Gebäudeaußenwand. Dort wird der Zugang für einen Stromnetzbetreiber und für zwei Telekommunikations-Netzbetreiber mit Mikrorohren dargestellt.

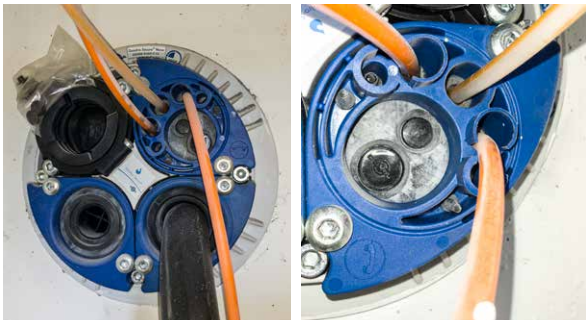


Abbildung 29: Mehrsparteneinführung mit Zugang für Strom- und drei Telekommunikations-Netzbetreibern

In einem weiteren Beispiel zeigt Abbildung 29 die gemeinsame Nutzung einer Hauseinführung durch einen Stromnetzbetreiber sowie durch drei unterschiedliche Telekommunikations-Netzbetreiber. Im rechten Teil der Abbildung 29 wird dargestellt, dass in dieser Mehrspartenhauseinführung zum Beispiel ein Zugang von bis zu fünf einzelnen Mikrorohren und weiteren größeren Telekommunikations-Zugängen möglich ist.

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

Bei Mehrspartenhauseinführungen 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.

### 5.3 Übergabepunkt/Abschlusspunkt

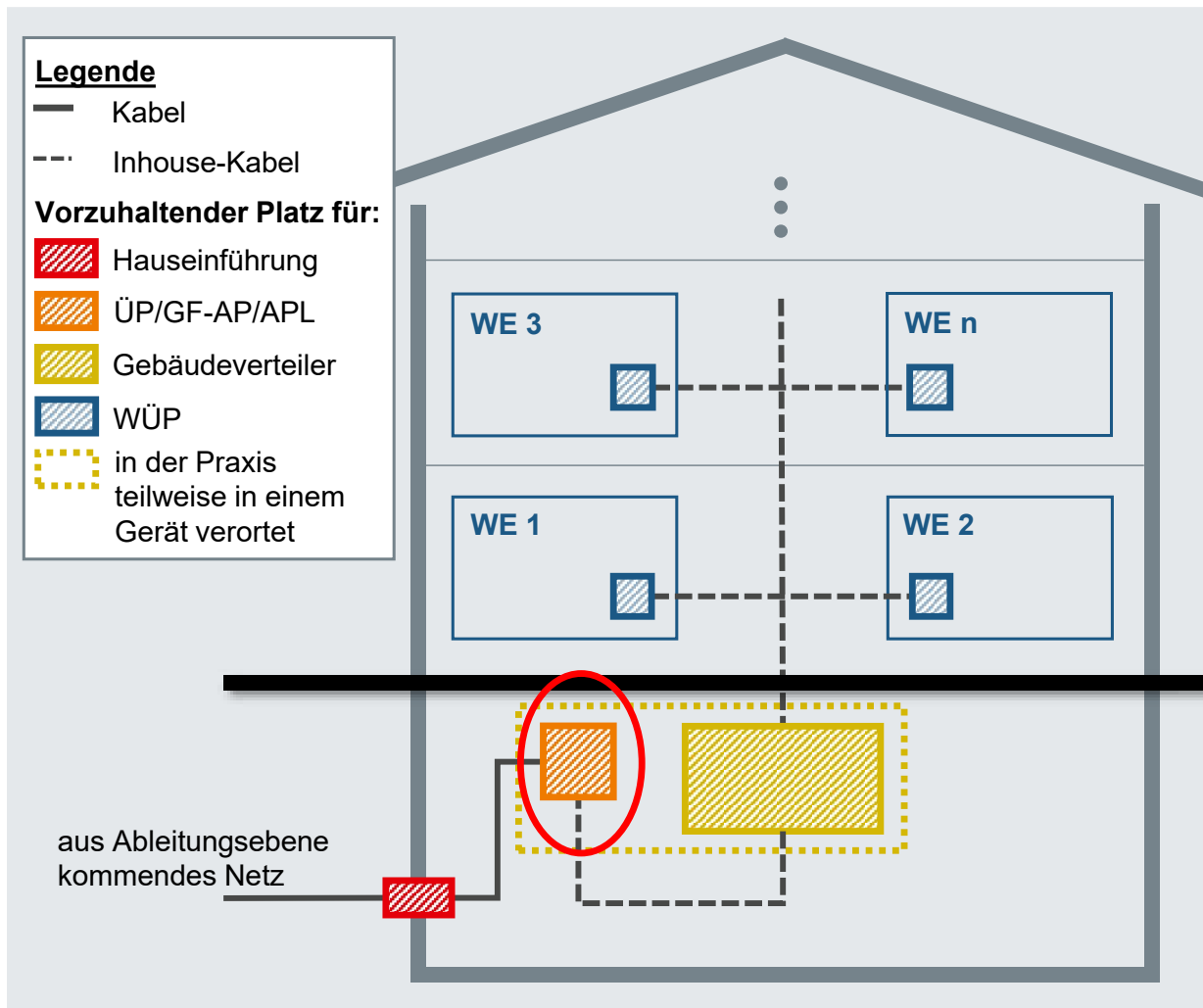


Abbildung 30: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Übergabepunkt

Abbildung 30 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 der notwendige Platzbedarf gemäß Tabelle in Anhang 8.1 empfohlen.

Im Anschluss an die Hauseinführung bildet ein separater zentraler ÜP oder GF-AP die Schnittstelle zur Inhouse-Netzinfrastruktur. 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 nach DIN EN IEC 61386

im Inhouse-Bereich entsprechen der Niederspannungsrichtlinie. Kabel im Inhouse-Bereich müssen der Bauproduktenverordnung entsprechen (siehe Kapitel 7 und 8).

Für diese Verortung des ÜP und des GF-AP ist hinreichender Platz für die einzelnen zugehörigen Elemente und für den Gebäudeverteiler (insbesondere bei der PtP- und aktiven PtMP-Glasfasertechnologie) ein zentraler Raum und gegebenenfalls zentraler Platz vorzusehen. Brandschutzvorgaben sind einzuhalten.

## Bestand

Ist die Installation in einem zentralen Raum nicht möglich, könnte ein notwendiger Platz auch durch einen zentralen Infrastrukturpunkt außerhalb des Gebäudes für die Verteilung abgebildet werden, zum Beispiel als Außenschrank auf dem Grundstück des Gebäudes. Ein zentraler Infrastrukturpunkt kann mit Hilfe eines Außenschrankes errichtet werden, wie es Abbildung 31 zeigt (hier mit jeweils einem Außenschrank für passive und aktive Technik).

In diesem Außenschrank kann die Technik für die Glasfaserinfrastruktur aufgenommen werden und somit Platz im Gebäude eingespart werden. Der Teil der aktiven Netzinfrastruktur ist in dem Bereich funktional untergebracht. Abbildung 32 zeigt eine Innenansicht eines solchen zentralen Infrastrukturpunktes.

Durch die Nutzung des zentralen Infrastrukturpunktes ist eine Wartung und ein Zugriff auf die Netzinfrastruktur einfach möglich. Der Außenschrank muss entsprechend gesichert werden. Damit können Elemente in den Gebäuden eingespart werden. Die Schränke müssen entsprechend der Sicherheitskonzepte der Netzbetreiber verschlossen und gegen Missbrauch geschützt sein. Anforderungen an Gasschutz, Wasserschutz und Ähnlichem müssen ebenfalls gewährleistet sein.

Die Verortung der Außenschränke ist mit den Bedürfnissen der Wohnungsbauunternehmen und der Netzbetreiber abzustimmen. Dies sollte neben den gesetzlichen Vorgaben immer berücksichtigt werden. Auch die Bedürfnisse der Kunden/Mieter sollten nicht außer Acht gelassen werden.



Abbildung 31: zentraler Infrastrukturpunkt Außenschrank (Außenansicht)



Abbildung 32: zentraler Infrastrukturpunkt Außenschrank (Innenansicht)

Die Technik der jeweiligen Netzbetreiber sollte in einer sinnvollen Anordnung an einer Wand nach Möglichkeit 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.



Abbildung 33: Equipment zur Ausrüstung von Mikrorohren

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-Verbindelement für Mikrorohre) verwendet werden, wie Abbildung 33 beispielhaft zeigt.



Abbildung 34: Kupferdoppelader-APL

Abbildung 34 zeigt einen APL 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.

Für HFC-Netzinfrastrukturen wird über die Ableitungsebene und Hauseinführung ein Koaxialkabel an den HFC-ÜP (siehe Abbildung 35) geleitet. Es ist keine externe Stromversorgung notwendig.





Abbildung 35: HFC-ÜP im geschlossenen und geöffneten Zustand (koaxiale Verkabelung)

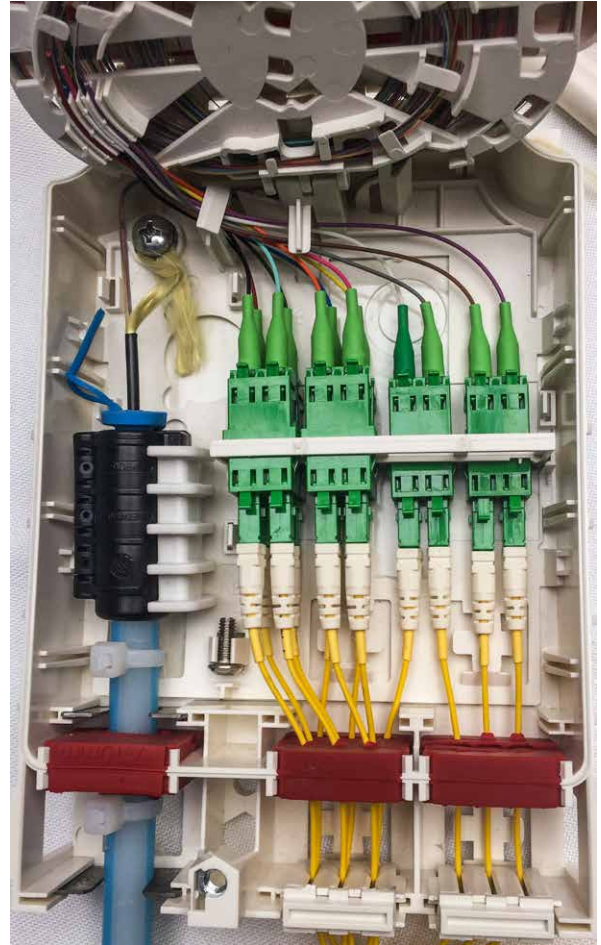


Abbildung 36: GF-AP mit Mikrohreinührung

Abbildung 36 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.

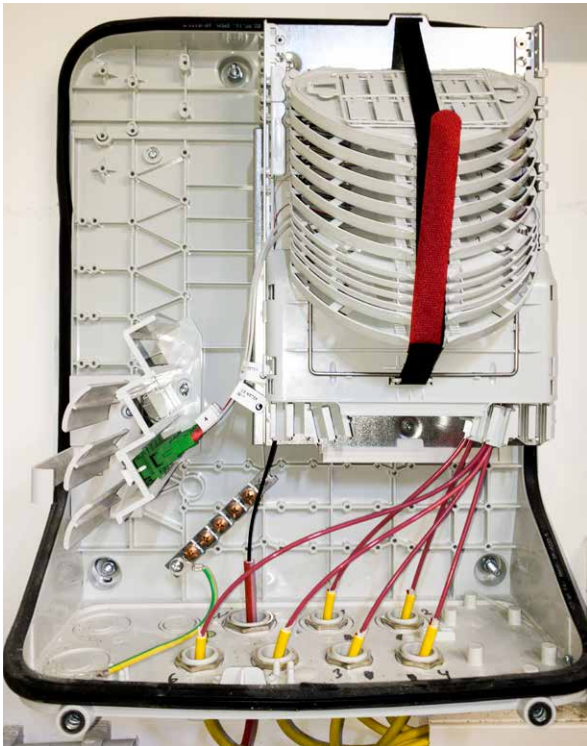


Abbildung 37: GF-AP für eine PON-Verteilung

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 37 zeigt die Aufteilung der ankommenden Glasfaserleitung auf sechs verschiedene Verteilleitungen, die jeweils zu einem Gebäudeverteiler führen.



Abbildung 38: Einzelfaser-Management am GF-AP für eine PtP-Verbindung



Abbildung 38 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 39: Darstellung der Installationsleitung zu den WÜPs

Abbildung 39 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 vorzu-

sehen, 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.

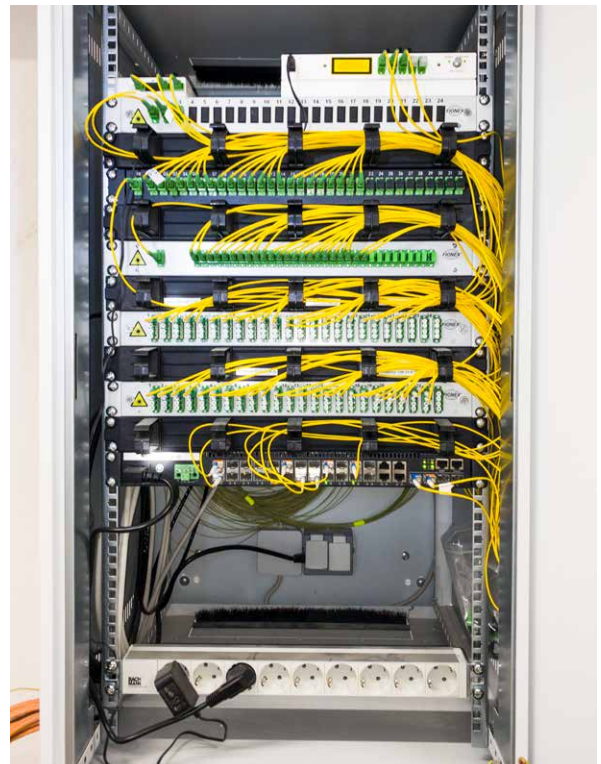


Abbildung 40: GF-AP für eine PtMP-Verbindung mit Gebäudeverteiler für 64 WE

Für PtMP-Netzinfrastrukturen wird die über die Hauseinführung geleitete Glasfaser in ein Gehäuse geführt, in dem die aktive Technik (Switch-Technologie) untergebracht ist. Abbildung 40 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 Fehlerstromschutz-Schalter 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.

## 5.4 Gebäudeverteiler

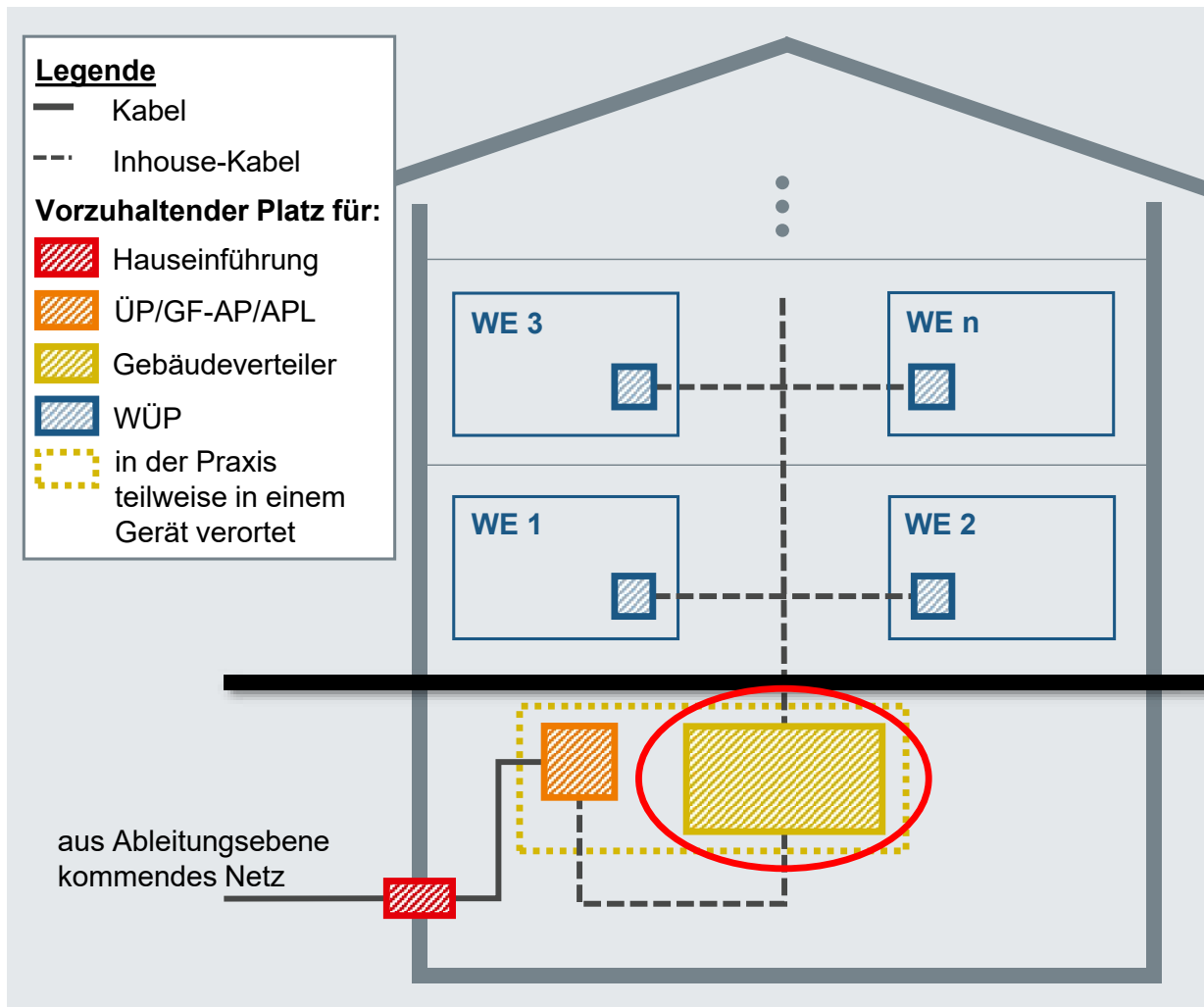


Abbildung 41: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Gebäudeverteiler

Abbildung 41 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 der notwendige Platzbedarf gemäß Tabelle in Anhang 8.1 empfohlen.

Da der Kupferdoppelader-Gebäudeverteiler in diesem Dokument als optionale Bauweise betrachtet wird, ist er im Anhang 8.1 nicht näher beschrieben (siehe dazu auch Entscheidungsdiagramme in Anhang 8.5).

In Mehrfamilienhäusern werden die aus dem ÜP, GF-AP bzw. APL kommenden Kabel in einem Gebäudeverteiler in die einzelnen WE weiter-



geleitet. 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.

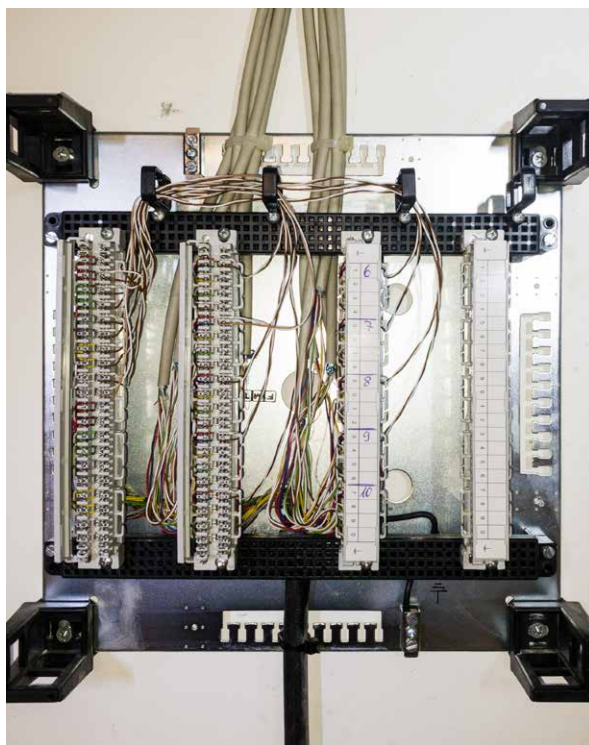


Abbildung 42: Passiver Kupferdoppelader-Gebäudeverteiler, hier als APL genutzt

Quelle: ANGA Der Breitbandverband e.V.

Abbildung 42 zeigt einen Gebäudeverteiler für eine Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur. Die Kupferdoppelader-Leitungen werden vom Gebäudeverteiler abgehend den einzelnen WE zugeführt.



Abbildung 43: Koaxial-Gebäudeverteiler für 24 WE (oben) bzw. 36 WE (unten)

Abbildung 43 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 Verteilerschrank gesetzt, der die notwendige Technik beinhaltet. Dementsprechend sollte der Platzbedarf geplant werden.



Abbildung 44: HFC-Gebäudeverteiler mit darüberliegendem Kabelführungssystem/Kabelwanne

Abbildung 44 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 45: HFC-Verteilung mit Multitaps zur Versorgung der WE in Sternverkabelung

Abbildung 45 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 46: PON-Gebäudeverteiler

Abbildung 46 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 47: Aktiver PtMP-Gebäudeverteiler mit Patchfeldern

Abbildung 47 zeigt einen aktiven PtMP-Gebäudeverteiler für die Versorgung eines Wohngebäudes mit bis zu 50 WE.



Abbildung 48: Gebäudeverteiler mit Kabelführungssystem

Abbildung 48 zeigt die Kabelführung von einem Gebäudeverteiler hin zur weiteren Verteilung.



Abbildung 49: Glasfaserkabel-Verteilung über Kabelführungssystem

Abbildung 49 zeigt eine Glasfaserkabel-Verteilung über ein Kabelführungssystem im Gebäude.

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

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 50: FTTH-Wohnanlage mit 100 WE, Nutzung von Glasfaser-Netzinfrastrukturen unterschiedlicher Anbieter; Netzkomponenten für PON (links) und PtMP mit aktiver Technik für IP und DVB-C/CATV (rechts)



Abbildung 51: FTTH-Wohnanlage mit 60 WE, Nutzung von Glasfaser-Netzinfrastrukturen unterschiedlicher Anbieter; Netzkomponenten für PON (links) und PtMP mit aktiver Technik für IP und DVB-C/CATV (rechts)

Abbildung 50 und Abbildung 51 zeigen beispielhaft den unterschiedlichen Platzbedarf für parallele PON- und aktive PtMP-Gebäudeverteiler verschiedener Netzbetreiber in Wohnanlagen mit 100 bzw. 60 WE.



Abbildung 52: Einzelkabel-Management zur Anbindung der WE (FTTH)

Abbildung 52 zeigt den Aufbau einer Glasfaser-Anbindung im Einzelkabel-Management für FTTH, an der jeweilige Schaltvorgänge für mehrere Wohngebäude zentral vorgenommen werden können.

## 5.5 Etagenverteiler

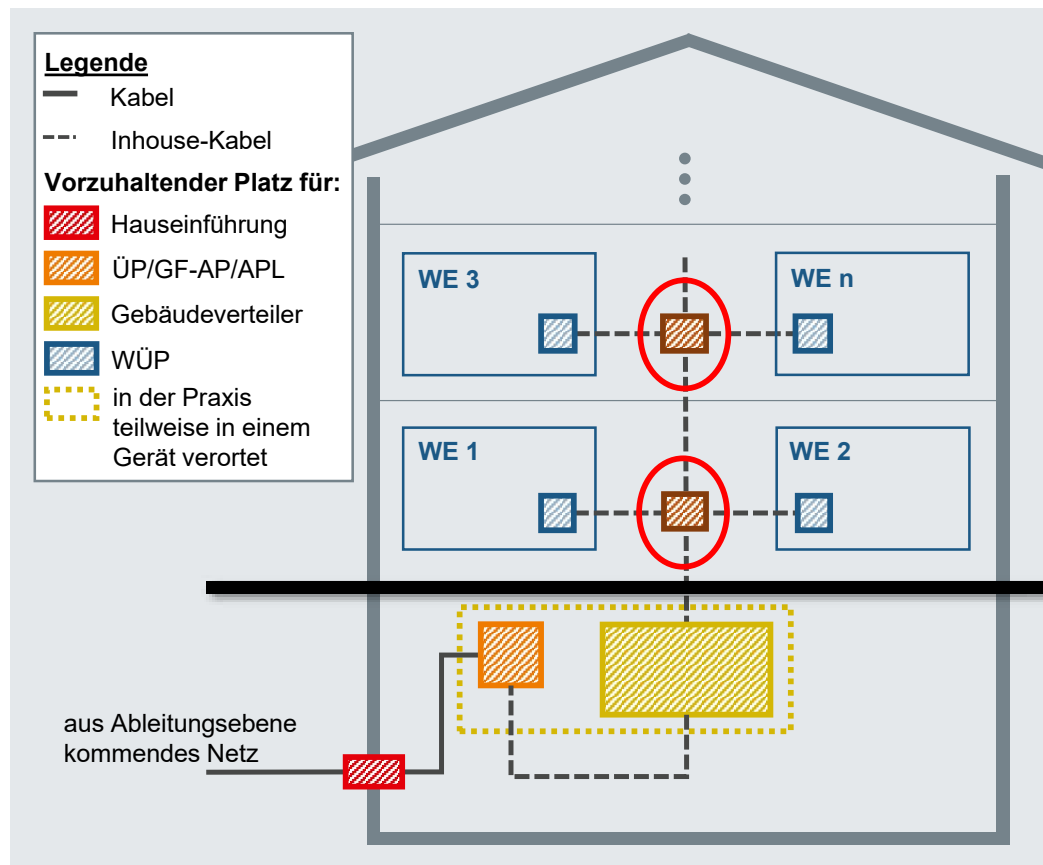


Abbildung 53: Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Etagenverteiler

### Neubau

Bei größeren Mehrfamilienhäusern können zusätzliche Etagenverteiler erforderlich sein. Abbildung 53 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 Bauteile aus nicht brennbaren Baustoffen abzutrennen. Zudem ist der Brandschutz zu beachten (siehe auch Kapitel 7).

## 5.6 Mikrorohr-, Elektroinstallationsrohr-, vorhandene Leerrohrinfrastruktur und Kabelarten im Gebäude/Ergänzende Lösungsmöglichkeiten im Bestand

Neubauten sowie Gebäude, die umfangreich renoviert werden (vgl. Vorwort) sind gemäß §145 TKG mit geeigneten passiven Netzinfrastrukturen für Netze mit sehr hoher Kapazität auszustatten. Dies wird erreicht durch den Einsatz von Elektroinstallationsrohren oder Mikrorohren. Vor dieser Maßnahme ist der Verlauf des Installationsweges der zu errichtenden TK-Infrastruktur zwingend zwischen dem Gebäudeeigentümer/Architekten und ggf. den Gewerken abzustimmen.

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.

Bei der Nutzung von Elektroinstallationsrohren sollte auf eine freie Kapazität von mindestens 60 % der Querschnittsfläche geachtet werden, 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, wird empfohlen, ausreichend Reservekapazitäten – zum Beispiel vier Fasern pro Wohnung (s. Hinweis in Kapitel 5.1 – 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.

Für diese mögliche zukünftige Erweiterung kann vom ÜP, GF-AP bzw. APL oder vom Gebäude-

verteiler 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/Potenzialausgleich/Blitzschutz dieser Anlagen muss entsprechend der Bedarfe dimensioniert und vorgesehen/vorbereitet werden.

Für Telekommunikationsanlagen sind Kabel und Leitungen gebäudeintern grundsätzlich austauschbar zu führen. Die Mikro- und Elektroinstallationsrohre werden vom Gebäudeverteiler aus sternförmig in die einzelnen Wohnungen verlegt und enden dort am Teilnehmeranschluss.

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 7). 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 werden. Ein komplikationsarmes Einbringen der Kabel durch Einblasen oder Ziehen kann zudem durch einen ungeeigneten Versorgungsweg erschwert werden.

### Elektroinstallationsrohre

Eine gängige Ausführung der Elektroinstallationsrohre ist zum Beispiel das M25 Elektroinstallationsrohr mit einem Außendurchmesser von 25 mm (siehe Abbildung 54).



Abbildung 54: M25 Elektroinstallationsrohr

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 Einschleiben oder Ziehen auch Kupferdoppeladerkabel, 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 55) 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 55: Mikrorohre für die Inhouse-Verkabelung

Die für den Inhouse-Bereich verwendeten Mikrorohre werden in der Regel für Glasfasern genutzt, da sich andere Kabelarten aufgrund ihres Durchmessers ihrer Bauform oftmals 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 entsprechen der Spezifikation „flammhemmend“.

## Bestand

Generell können bei einer Renovierung die Standardinstallationsarten für ein Elektroinstallationsrohr oder Mikrorohr verwendet werden. Dies ist z. B. die Unterputz Installation, die Installation in baulichen Hohlräumen wie abgehängte Decken, Leichtbauwände oder die Installation auf der Rohdecke.

Zusätzlich bieten sich bei der Renovierung auch alternative Installationsvarianten an.

Für die Verlegung neuer passiver Infrastruktur im Bestand sind neben der Neuerrichtung von Kabelwege- und Leerrohrsystemen insbesondere folgende vorhandenen Möglichkeiten zu beachten:

### Installation unter der Fassadendämmung (Wärmedämmverbundsystem (WDVS))

Beim Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems im Rahmen einer Renovierung können entsprechen Elektroinstallationsrohre/Mikrorohre auf der vorhandenen Außenwand unter der Wärmedämmung verlegt werden. Es sind die Vorgaben der KfW bzgl. der Wärmedämmung bzgl. möglicher Kältebrücken zu beachten. Werden die Elektroinstallationsrohre Luftdicht verschlossen, haben diese keine Auswirkung auf die Dämmeigenschaft des WDVS (siehe Fraunhofer IBP-Mitteilung 509). Bei Durchdringung von Brandabschnitten dürfen nur Rohre mit einem brandschutztechnischen Nachweis für diese Installationsart eingesetzt werden. Es sind die Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV), des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und der KfW bzgl. der Wärmedämmung und möglicher Kältebrücken zu beachten. Insbesondere sind Rauch und Brandausbreitung über die Rohre, Zugluft zwischen verschiedenen Temperaturbereichen und Wärmebrücken auszuschließen. Dieses Vorgehen vermeidet Installationen durch Treppenhäuser und Wohnungen. Das Leerrohr kann an der vorhandenen Anschlussdose enden.

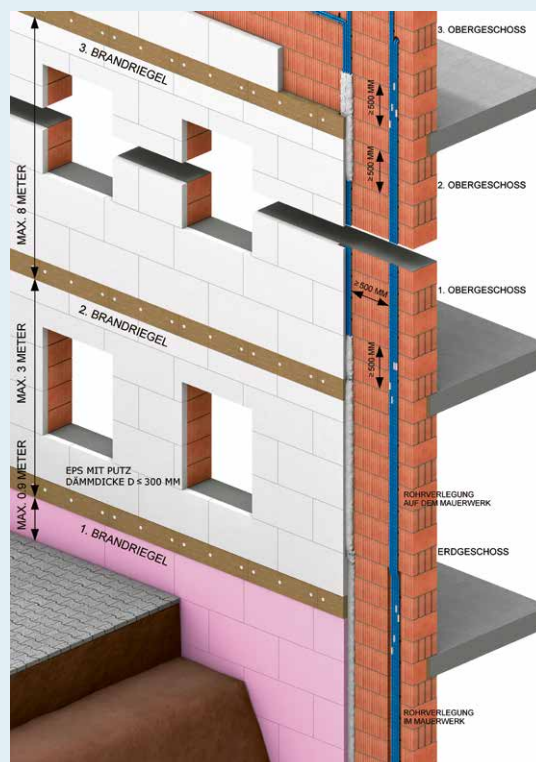


Abbildung 56: Installation unter der Fassadendämmung



### **Anforderungen an die Installation von Elektroinstallationsrohren an der Außenfassade unter der Wärmedämmung**

Ist die Wärmedämmung des Gebäudes mit Brandschutzriegeln versehen, sind Rohre oberhalb und unterhalb des ersten Brandriegels unter Putz zu verlegen. Zwischen dem ersten und zweiten Brandriegel sind Rohre im gesamten Bereich mit mineralischem Mörtel zu überdecken. Ab dem dritten Brandriegel sind die Rohre im Bereich des Brandriegels sowie 50 cm davor und danach mit mineralischem Mörtel zu überdecken. Der Außendurchmesser der Rohre darf nicht größer als 25 mm sein und ein Rohrverbund darf maximal aus 4 Rohren bestehen. Der Abstand zwischen Rohrverbunden muss mindestens 50 cm betragen. Die Rohre sind am Anfang und am Ende luftdicht mit Verschlussstopfen zu verschließen. Es sind nur geprüfte Rohrsysteme zu verwenden.

### **Nutzung bestehender Elektroinstallationsrohre/Mikrorohre**

In zu renovierenden Gebäuden können vorhandene belegte/unbelegte Elektroinstallationsrohre zur Installation von Kabel oder Mikrorohren verwendet werden. Belegte Leerrohre können freigezogen werden. Wenn nur Mikrorohre vorhanden sind, können diese weiter genutzt werden.

### **Installation beim Trockenbau**

Wenn Wände mit Gipsplatten verkleidet und Decken abgehängt oder neue Gipswände eingezogen werden können hier ebenfalls Elektroinstallationsrohre unter Beachtung des Brandschutzes verlegt werden.

### **Installation im stillgelegten Schornsteinzug**

Ist ein stillgelegter Schornsteinzug (Freigabe des Schornsteinfegers zwingend notwendig) vorhanden, kann dieser mit Elektroinstallationsrohren belegt werden, um die Zuführung der Kabel in die Wohnungen einfach zu ermöglichen. Es können auch Kabel direkt eingebracht werden. Hierbei ist ggf. auf eine geeignete Befestigungsart zu achten, um die notwendige Zugentlastung zu erreichen.

### **Installation in vorhandenen Revisionsräumen bei Hochhäusern auf den Etagen**

Die Verteilung geht in diesen Fällen z. B. über die abgehängten Decken, in den jeweiligen Etagen. Es muss geklärt werden, wie die Installation unter Beachtung der Feuerwiderstandsklassen vorgenommen werden kann.

### **Installation im Treppenhaus**

Muss die Versorgung der Wohnungen über das Treppenhaus erfolgen, sind die brandschutztechnischen Anforderungen der Landesbauordnungen unbedingt zu beachten.

### **Generell**

Empfehlung ist vor den Maßnahmen sich mit dem Bezirksschornsteinfeger, der örtlichen Feuerwehr und einem verantwortlichen Brandschutzbeauftragten abzustimmen.

## 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 (bzw. 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 werden die Singlemode-Fasern auch im Inhouse-Bereich verwendet.

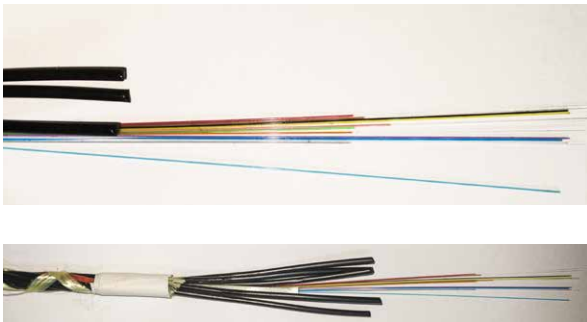


Abbildung 57: Glasfaserkabel

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 8.3 dargestellt.

## Koaxialkabel

Das Koaxialkabel (Abbildung 58) 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 58: Koaxialkabel

## 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 Verdrillung lässt sich dieser Effekt durch eine Schirmung erheblich reduzieren. Dieser Lösungsansatz kommt besonders bei höherklassigen Netzwerkleitungen (z. B. CAT 7) zum Einsatz.

Die übliche Bezeichnung für die verdrillte Zweidrahtleitung ohne zusätzliche Schirmung ist Unshielded Twisted Pair (UTP), mit Schirmung Shielded Twisted Pair (STP) oder Foiled Twisted Pair (FTP). Die Art der Schirmung wird zusätzlich mit F für Folienschirm und S für Geflechschirm angegeben (z. B. S/FTP für Gesamtgeflechschirm und Aderpaarschirmung aus Folie).



Abbildung 59: CAT-7-Kabel inklusive der notwendigen Schirmung der verdrillten Aderpaare und des Kabels

### 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 60) wird immer üblicher. In diesen Mikrorohren sind die Kabel und die notwendigen Stecker für die Installation eines Glasfaseranschlusses in der Wohnung vorkonfektioniert.



Abbildung 60: Preloaded-Mikrorohr mit Glasfaserkabel und Steckern

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



Abbildung 61: Schematische Darstellung einer Steigleitung, befüllt mit mehreren Glasfaserkabeln

Es gibt Preloaded-Lösungen, in denen mehrere Glasfaserkabel mit je zwei oder vier Fasern eingebracht sind (siehe Abbildung 61). 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.

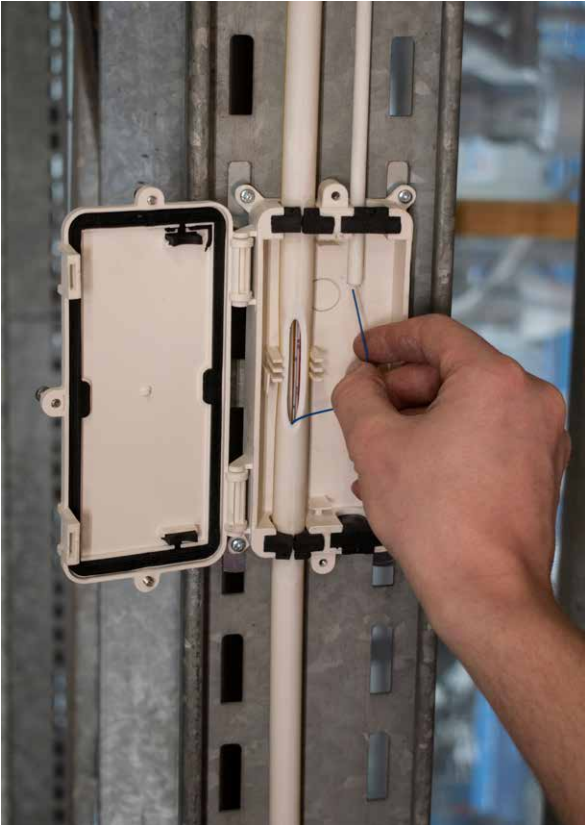


Abbildung 62: Ausleitung von Glasfaserkabeln aus einer Steigleitung heraus

Abbildung 62 zeigt entsprechendes Equipment zur Ausleitung von Glasfasern aus einer Preloaded-Steigleitung.

# 6 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 (MInd-BauRL)
  - Muster-Fliegende-Bauten-Richtlinie (MFIBauR)
  - Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie (MLüAR)
  - Leitungsanlagen-Richtlinie

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

Tabelle 2: Gebäudeklassen (GKL) und Anforderungen nach MBO

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

Tabelle 2 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 Kellergeschosse 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 nachbarlichen Belange mit den öffentlichen Belangen vereinbar sind.

### Europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO)

Bauprodukte, die unter eine harmonisierte Norm nach europäischer Bauproduktenverordnung fallen, müssen mit „CE“ Kennzeichnen nach BauPVO gekennzeichnet sein sowie über eine Leistungserklärung verfügen. Sie werden ihren Brandeigenschaften 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 Kriterien und Klassifikationen sind in Tabelle 3 aufgezeigt. Die Abstufung erfolgt von Klasse A<sub>ca</sub> „nicht brennbar“ bis Klasse F<sub>ca</sub> „leicht entflammbar“.



**Tabelle 3: Einordnung der Kabel nach entsprechenden Brandklassen**

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

**Euroklassen für Kabel<sup>10</sup>**

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

<sup>10</sup> 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

So müssen beispielsweise Kabel und Leitungen mindestens die Brandklasse E<sub>ca</sub> erreichen (z. B. in Gebäuden bis 13 m Höhe), um den Vorschriften Genüge zu tun. Dies kann insbesondere im Bereich der Hauseinführung problematisch sein, falls die Kabel die Klasse nicht erreichen.

Außenkabel, welche die baurechtliche Mindestanforderung „normal entflammbar“ durch mindestens die Brandklasse E<sub>ca</sub> erreichen, können ins Gebäude geführt werden.

Außenkabel, die lediglich die Klasse F<sub>ca</sub> aufweisen und somit leicht entflammbar sind, dürfen nicht

ohne weitere Vorkehrungen ins Gebäude eingeführt werden.

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<sub>ca</sub> 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<sub>ca</sub> 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<sub>ca</sub> 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 63 gibt einen Überblick über die einzusetzenden Kabel nach Brandklassen in Abhängigkeit des Sicherheitsbedarfs der Gebäude.

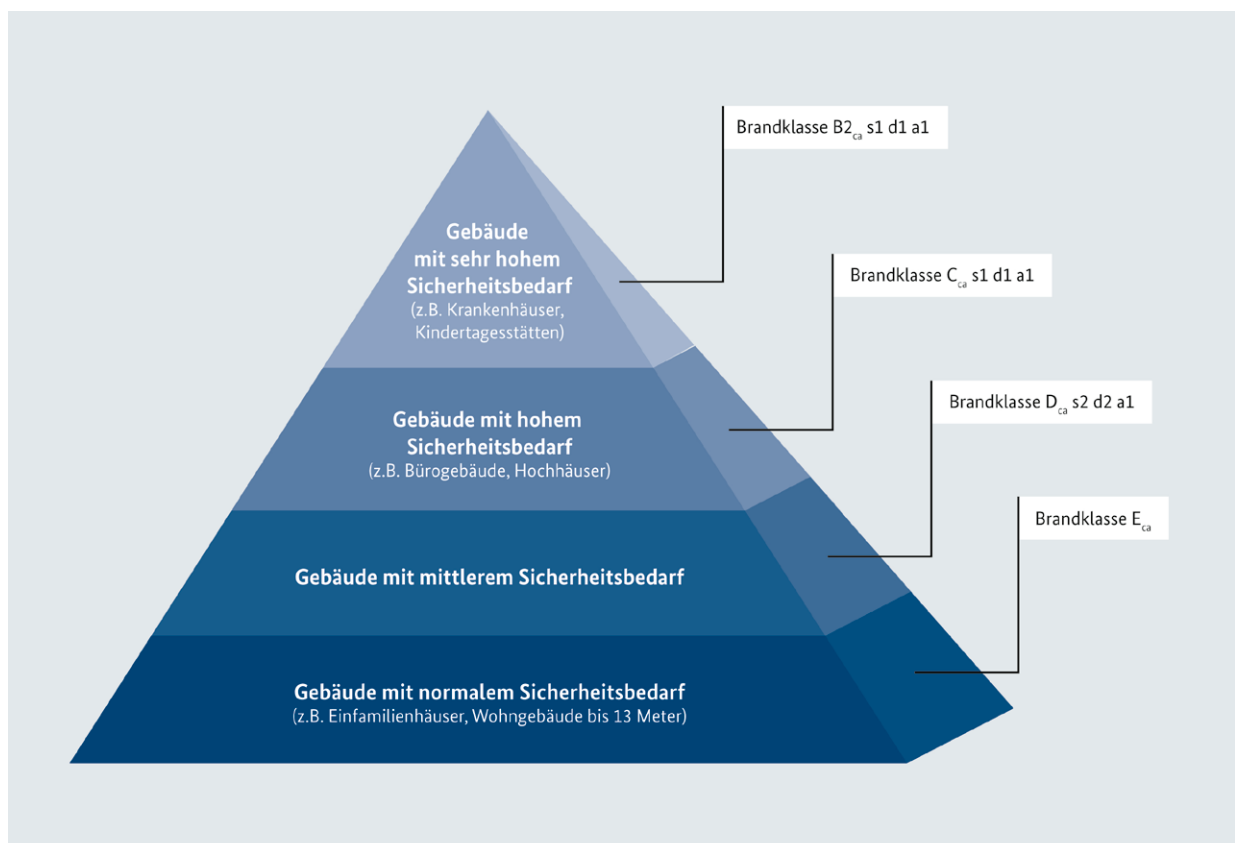


Abbildung 63: Zu verwendende Euroklassen für Brandschutzlabel

**Tabelle 4: Beschreibung der jeweiligen Unterteilungen  $s$ ,  $d$  und  $a$  der Klassen zum Brandverhalten nach EN 13501-1**

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

In Tabelle 4 und in 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  $B_{2ca}$  bis  $E_{ca}$  sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die Brandklassen  $B_{2ca}$ ,  $C_{ca}$  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.

**Tabelle 5: Beschreibung der Brandschutzklassen  $B_{2ca}$  bis  $E_{ca}$  für Kabel**

Quelle: ZVEI e. V.

#### 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 ( $s1$ ). Ebenso sind die Azidität ( $a1$ ) der Rauchgase und das brennende Abtropfen ( $d1$ ) 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 ( $s1$ ). Ebenso sind die Azidität ( $a1$ ) der Rauchgase und das brennende Abtropfen ( $d1$ ) 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 ( $s2$ ) begrenzt. Das Abtropfen entspricht der Klasse  $d2$ , die Azidität ( $a1$ ) 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 ( $s$ ,  $d$ ,  $a$ ) gestellt.

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

### **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 6: Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2**

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

Tabelle 6 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 ( $\Delta T$ ) 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 schwellen). Die Mindestanforderung an die Verwendung von normal entflammbaren 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).

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



Abbildung 64: Brandschottung für eine Kabelwanne und ein Abflussrohr

Abbildung 64 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

gesiegelt. Dafür werden entsprechende bauaufsichtliche Prüfzeugnisse erstellt.

Weitere Beispiele für Schottsysteme sind:

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

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



Abbildung 65: Brandschottung von Elektroinstallationsrohren und Kabeln in einem Steigschacht

Abbildung 65 zeigt die Einführung von Elektroinstallationsrohren und Kabeln in einen Steigschacht. Dieser Steigschacht wird brandchutztechnisch 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.

# 7 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. Fallen Produkte unter die BauPVO müssen sie mit einem „CE“ Kennzeichen nach BauPVO gekennzeichnet sein sowie über eine Leistungserklärung verfügen. 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.

Elektroprodukte, die unter eine harmonisierte Norm nach europäischer Niederspannungsrichtlinie fallen, müssen mit „CE“ gekennzeichnet sein sowie über eine EU-Konformitätserklärung verfügen.

### 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<sub>ca</sub>. Kabel, die diese Prüfung nicht bestehen und damit in die Klasse F<sub>ca</sub> 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 Rohrzubehöerteilen, 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 Laserein-  
richtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellen-  
leiter-Kommunikationssystemen (LWLKS) (IEC  
60825-2:2004 + A1:2006 + A2:2010); Deutsche  
Fassung EN 60825-2:2004 + A1:2007 + A2:2010

# 8 Anhang

## 8.1 Tabelle zum Platzbedarf 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]
<b>ÜP Platz</b>				
bis zu 6 WE		110 x 130 x 130	300 x 400 x 150	275 x 200 x 200
bis zu 12 WE		600 x 400 x 200	1.000 x 600 x 300	275 x 200 x 200
je n x 12 WE		800 x 600 x 200	1.000 x 600 x 300	275 x 200 x 200
je 24 WE		n x 800 x 600 x 200	n x 1.000 x 600 x 300	n x 400 x 600 x 200
je n x 24 WE je Gebäudeverteiler		800 x 600 x 200	1.000 x 800 x 300	400 x 600 x 200
		n x 800 x 600 x 200	n x 1.000 x 800 x 600	n x 400 x 600 x 200
<b>Lehrrorbedarf im zugänglichen Steigschacht</b>	ungeschnittenes Leerrohr von WE zu Verteilpunkt	Kabel ≥ AD 7 mm	Leerrohr ≥ AD 7 mm	Leerrohr ≥ 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
<b>Horizontale Verteilung</b>	DN 32	DN 32	Tragesystem mit B 150 x H 200 oder DN 32	DN 25
<b>WE unabhängig</b>				
<b>Pro WE nach Steigschacht</b>		DN 25	7/4	7/4

## 8.2 Erläuterungen zu Tabelle 2: Empfohlene Mindestanforderungen an 7/4 Mikrorohre für die Inhouse-Verlegung

### Erklärung der Maßangaben und Toleranzen

Um Anforderungen an mechanische Werte wie Scheitel- und Berstdruck sicherzustellen, werden für Mikrorohre Mindestanforderungen in Bezug auf die Parameter „Außendurchmesser“ und „Wandstärke“ empfohlen. Ein minimaler Innendurchmesser wird aufgrund der Toleranzbereiche für Außendurchmesser und Wandstärke nicht angegeben. 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 Drücken in den Mikrorohren kommt. Da der Toleranzbereich für den Außendurchmesser und die Wandstärke den Toleranzen der Kabel angepasst ist, wird bei Einhaltung der Werte das Einblasen der Kabel über lange Strecken ermöglicht.

### Farbliche Kennzeichnung

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

## 8.3 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 nicht näher eingegangen.

Steckertypen	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

## 8.4 Klassifizierung für Elektroinstallations- und Mikrorohre (nach EN 61386)

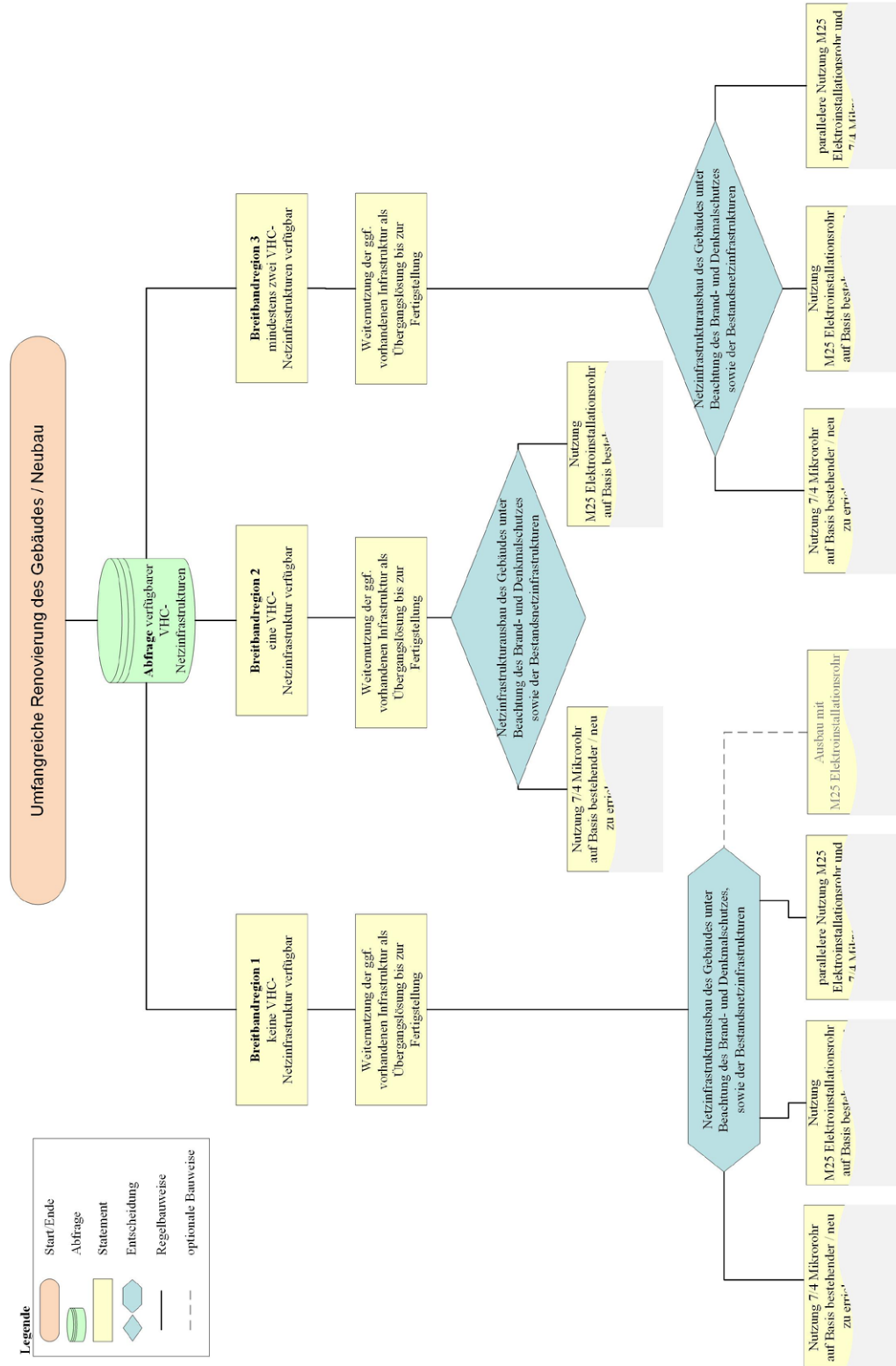
Erste Stelle		Zweite Stelle		Dritte Stelle		Vierte Stelle		Fünfte Stelle	
Widerstand gegen Druckbelastung		Widerstand gegen Schlagbeanspruchung		Mindesttemperaturbereich		Höchsttemperaturbereich		Widerstand gegen Biegung	
1	sehr leichte Druckfestigkeit (125 N)	1	sehr leichte Schlagfestigkeit (0,5 kg/100 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 zurückbildenden
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		

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. Um auch hohe Anforderungen durch Beanspruchungen in Steigschächten 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. Dies gilt für Elektroinstallationsrohre und Mikrorohre gleichermaßen.

## 8.5 Entscheidungsdiagramme

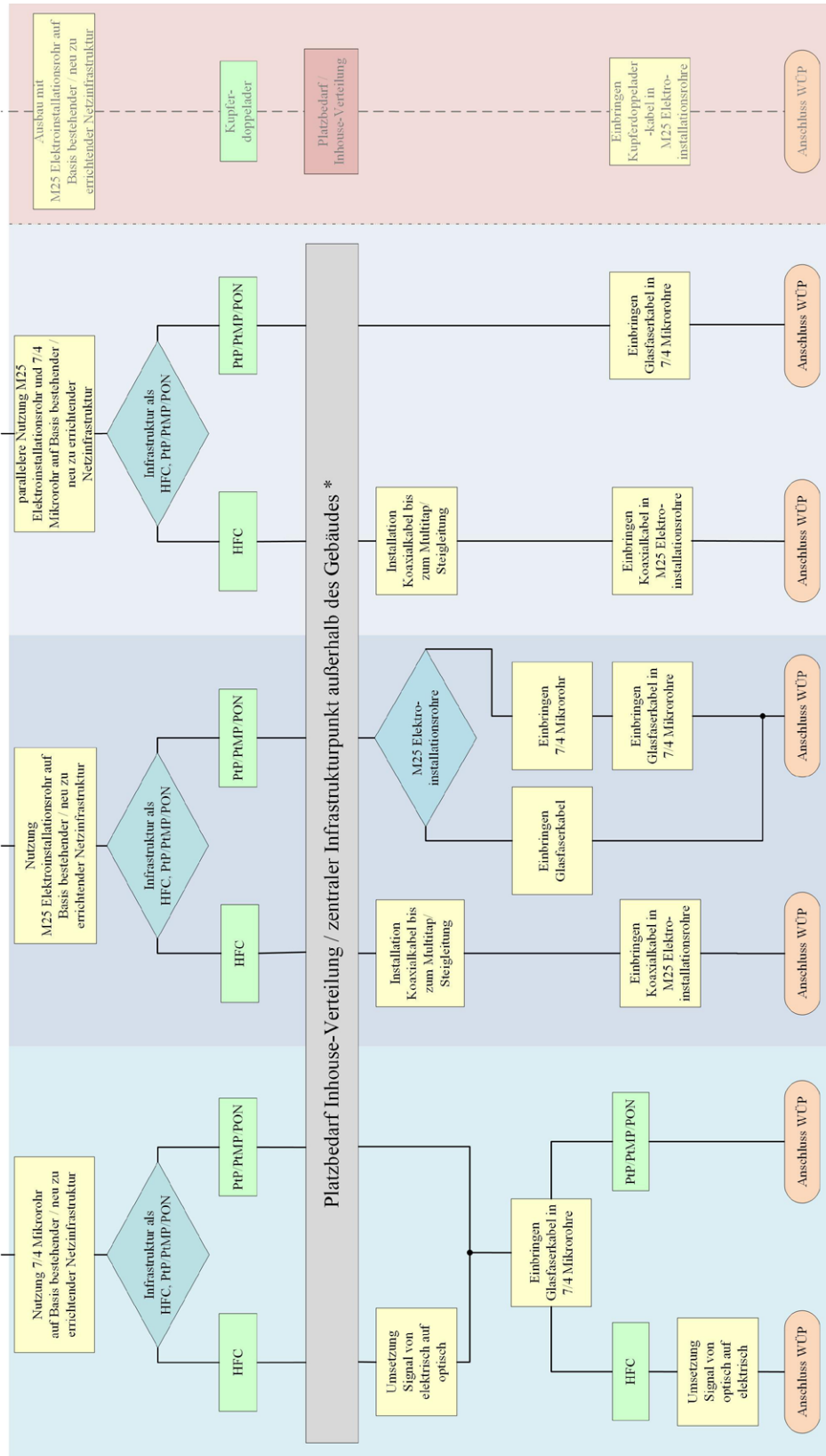
### 8.5.1 Übersicht der Entscheidungen nach Breitbandregion



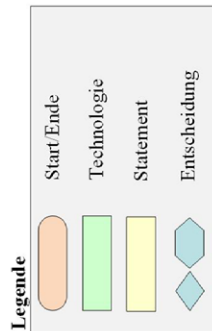
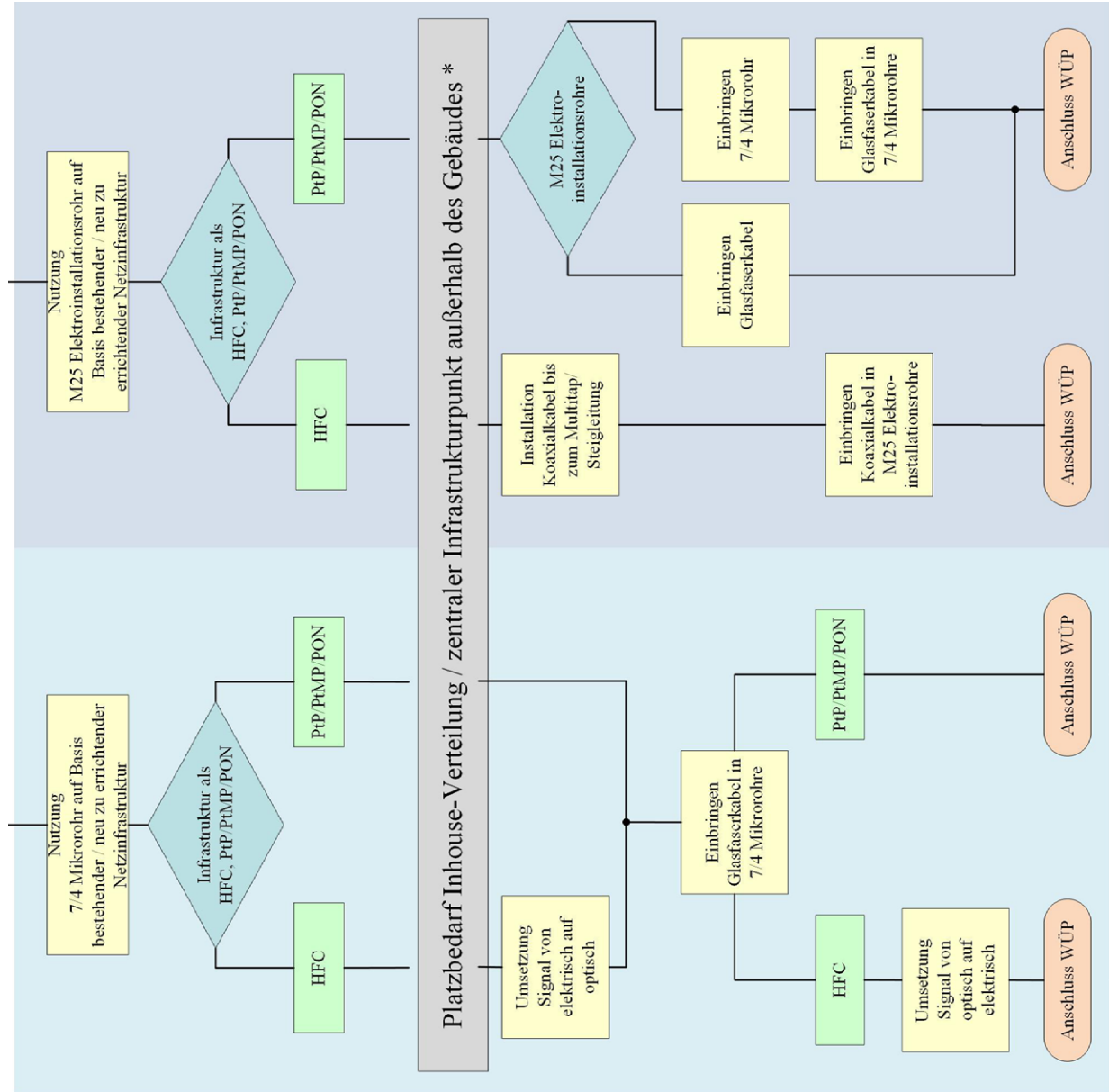


## 8.5.2 Breitbandregion 1

\*Details zur Blackbox „Platzbedarf/Inhouse-Verteilung“ finden sich im Diagramm in Kapitel 9.5.5



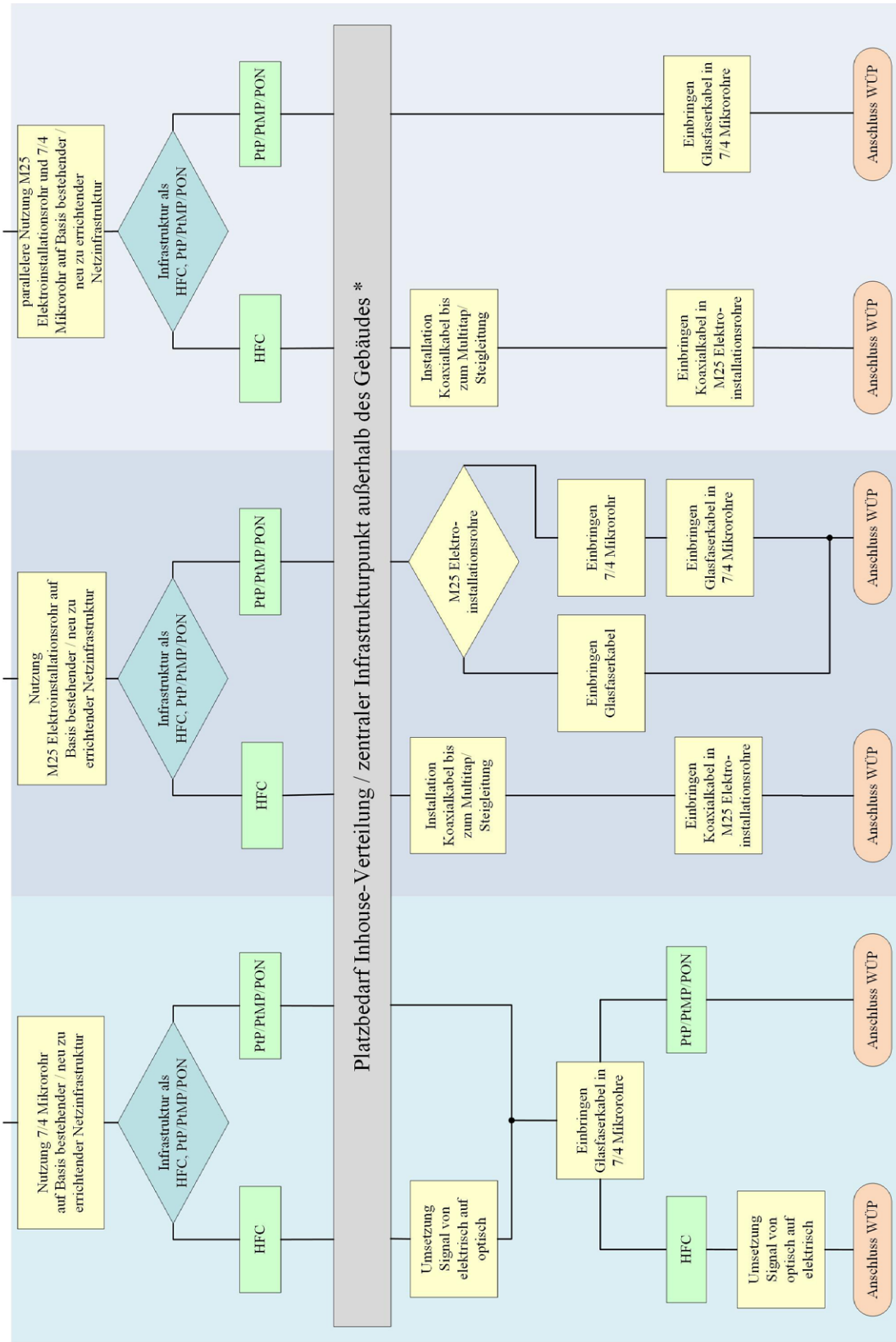
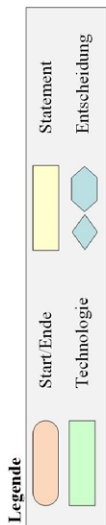
8.5.3 Breitbandregion 2



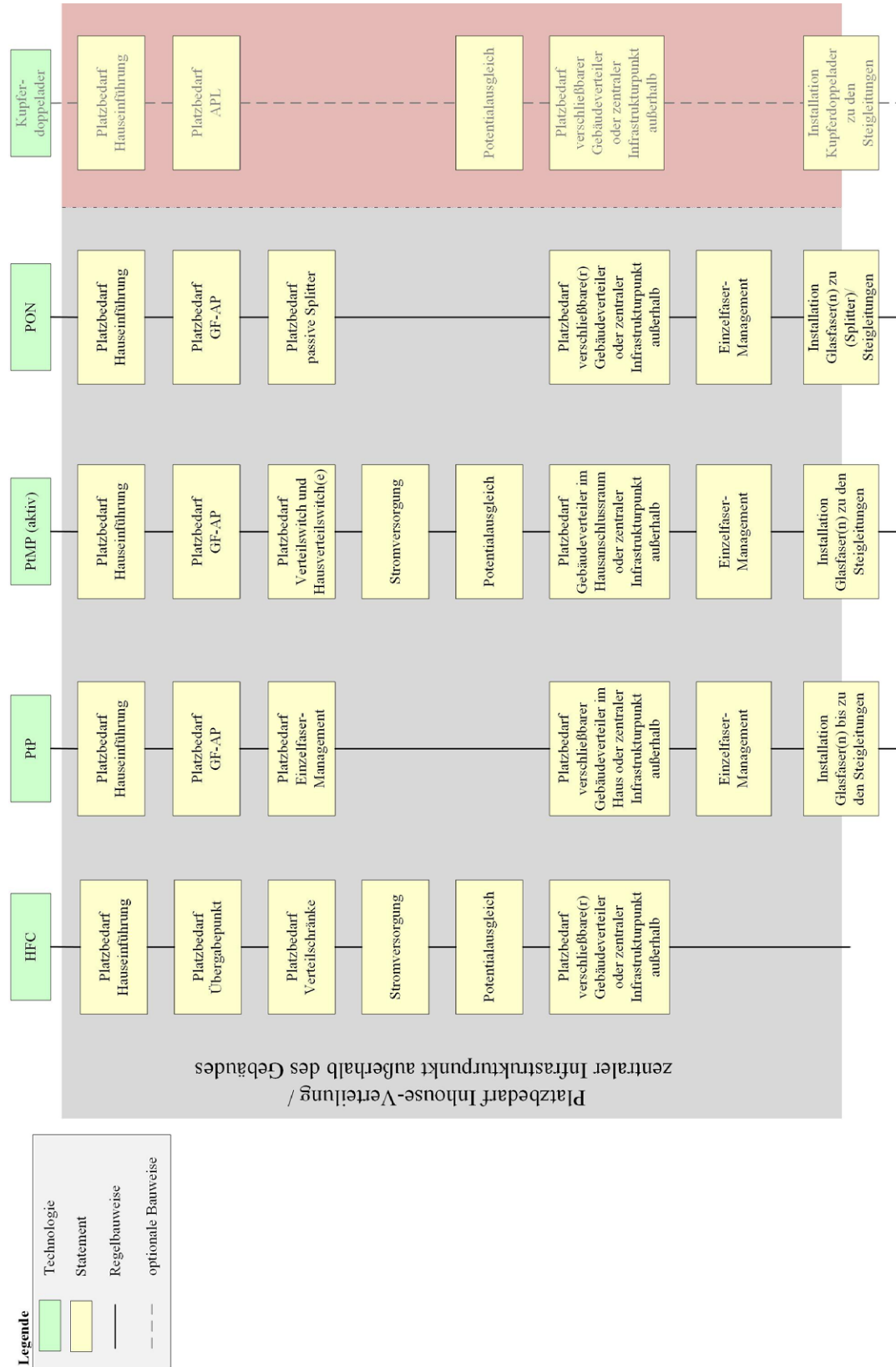
\* Details zur Blackbox „Platzbedarf/Inhouse-Verteilung“ finden sich im Diagramm in Kapitel 9.9.5

### 8.5.4 Breitbandregion 3

\* Details zur Blackbox „Platzbedarf/Inhouse-Verteilung“ finden sich im Diagramm in Kapitel 9.5.5



### 8.5.5 \*Blackbox „Platzbedarf/Inhouse-Verteilung“



# 9 Abkürzungsverzeichnis und Begriffserklärungen

---

## 9.1 Abkürzungsverzeichnis

$\Delta T$	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
MBStättV	Muster-Beherbergungsstättenverordnung
MEltBauV	Musterverordnung über elektrische Betriebsräume
MFeuV	Muster-Feuerungsverordnung

MFG	Multifunktionsgehäuse
MFIBauR	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
TKG	Telekommunikationsgesetz
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



## 9.2 Begriffe

### **Abschlusspunkt Linientechnik (APL)**

Abschlusspunkt der Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur.

### **Brandklasse B<sub>2ca</sub>**

Die Brandklasse B<sub>2ca</sub> 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<sub>ca</sub>**

Die Brandklasse C<sub>ca</sub> 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<sub>ca</sub>**

Die Brandklasse D<sub>ca</sub> nach DIN EN 13501-6:2014-07 verfügt üblicherweise über eine verringerte Flammenausbreitung und Wärmeentwicklung.

### **Brandklasse E<sub>ca</sub>**

Die Brandklasse E<sub>ca</sub> nach DIN EN 13501-6:2014-07 wird durch ein normatives Prüfverfahren ermittelt, in dem die Flammenausbreitung betrachtet wird. In der Klasse E<sub>ca</sub> 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 aktuelle 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.

### **Einspartenhauseinführung**

Hauseinführung 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 Dichtsyste.ms.

**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 Störungsfall 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.

**Mehrspartenhauseinführung**

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

**Netzebenen (NE)**

Bezeichnen verschiedene Abschnitte der Telekommunikationsnetze. Die Beschreibungen 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 weiterzuerbreiten; 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-Netze“ oder „Netze mit sehr hoher Kapazität“ sind Telekommunikationsnetze, die entweder komplett aus Glasfaserkomponenten zumindest bis zum Verteilerpunkt am Ort der Nutzung besteht oder die zu üblichen Spitzenzeiten eine vergleichbare Leistung in Bezug auf verfügbare Down- und Upload-Bandbreite, Ausfallsicherheit, fehlerbezogene Parameter, Latenz und Latenzschwankungen bieten kann.<sup>5</sup>

**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.

---

<sup>5</sup> vgl. § 3 TKG Abs. 33

# 10 *Abbildungsverzeichnis*

---

<b>Bild</b>	<b>Beschreibung</b>
Abbildung 1	Beispiel des Neubaus eines Mehrfamiliengebäudes
Abbildung 2	Referenzmodell HFC -Netzinfrastruktur
Abbildung 3	Prinzip der HFC-Netzinfrastruktur
Abbildung 4	Referenzmodell PtP-Netzinfrastruktur
Abbildung 5	Prinzip der PtP-Netzinfrastruktur
Abbildung 6	Referenzmodell PON-Netzinfrastruktur
Abbildung 7	Prinzip der PON-Netzinfrastruktur
Abbildung 8	Referenzmodell PtMP-Netzinfrastruktur
Abbildung 9	Prinzip der PtMP-Netzinfrastruktur mit mehreren Hausanschlussswitchen
Abbildung 10	Referenzmodell Kupferdoppelader-Netzinfrastruktur (xDSL)
Abbildung 11	Schematische Darstellung der Netzinfrastruktur mit Netzebenen
Abbildung 12	Aufbau eines KVz mit Verbindungen zur Zuleitungs- und Ableitungsebene
Abbildung 13	Darstellung der Verteilebenen vom PoP bis zur WE mit Materialspezifikationen
Abbildung 14	Muffe zur Verbindung von Zuleitungsebene und Ableitungsebene
Abbildung 15	Abschlussstopfen eines Mikrorohrs kommend aus der Ableitungsebene
Abbildung 16	Abschlussstopfen eines Inhouse-Mikrorohrs
Abbildung 17	Verschlussstopfen für Elektroinstallationsrohre zur Vermeidung von Rauchausbreitungen
Abbildung 18	Beispiel eines Verschlussstopfens für Elektroinstallationsrohre
Abbildung 19	Schematischer Aufbau eines Gasstopps für Hauswände
Abbildung 20	Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf der Hauseinführung



- Abbildung 21 Einspartenhouseinführung mit erdverlegtem Elektroinstallationsrohr und variablem Dichteinsatz (für ein oder mehrere Kabel oder Rohre), die durch eine Bohrung am Mauerdurchbruch geführt wird.
- Abbildung 22 Einspartenhouseinführung mit erdverlegtem Elektroinstallationsrohr und variablem Dichteinsatz (für ein oder mehrere Kabel oder Rohre), die durch einen Vorbaufansch am Mauerdurchbruch geführt.
- Abbildung 23 Einspartenhouseinführung für einen Netzbetreiber
- Abbildung 24 Einspartenhouseinführung für einen bzw. zwei Netzbetreiber
- Abbildung 25 Nachträglich gelegte Hauseinführung
- Abbildung 26 Beispielhafte Abdichtung einer Einspartenhouseinführung
- Abbildung 27 Vier separat installierte Einspartenhouseinführungen unterschiedlicher Netzbetreiber
- Abbildung 28 Mehrspartenhouseinführung an der Gebäudeaußenwand
- Abbildung 29 Mehrsparteneinführung mit Zugang für Strom- und drei Telekommunikations-Netzbetreibern
- Abbildung 30 Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Übergabepunkt
- Abbildung 31 zentraler Infrastrukturpunkt Außenschrank (Außenansicht)
- Abbildung 32 zentraler Infrastrukturpunkt Außenschrank (Innenansicht)
- Abbildung 33 Equipment zur Ausrüstung von Mikrorohren
- Abbildung 34 Kupferdoppelader-APL
- Abbildung 35 HFC-ÜP im geschlossenen und geöffneten Zustand (koaxiale Verkabelung)
- Abbildung 36 GF-AP mit Mikrorohreinführung
- Abbildung 37 GF-AP für eine PON-Verteilung
- Abbildung 38 Einzelfaser-Management am GF-AP für eine PtP-Verbindung
- Abbildung 39 Darstellung der Installationsleitung zu den WÜPs
- Abbildung 40 GF-AP für eine PtMP-Verbindung mit Gebäudeverteiler für 64 WE

- Abbildung 41 Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Gebäudeverteiler
- Abbildung 42 Passiver Kupferdoppelader-Gebäudeverteiler, hier als APL genutzt
- Abbildung 43 Koaxial-Gebäudeverteiler für 24 WE (oben) bzw. 36 WE (unten)
- Abbildung 44 HFC-Gebäudeverteiler mit darüberliegendem Kabelführungssystem/Kabelwanne
- Abbildung 45 HFC-Verteilung mit Multitaps zur Versorgung der WE in Sternverkabelung
- Abbildung 46 PON-Gebäudeverteiler
- Abbildung 47 Kabelführungssystem für eine Glasfaser-Verteilung über Kabel (oben) und über Mikrorohre (unten)
- Abbildung 48 Aktiver PtMP-Gebäudeverteiler mit Patchfeldern
- Abbildung 49 Gebäudeverteiler und Einzelfaser-Verteilung über Kabelführungssystem
- Abbildung 50 FTTH-Wohnanlage mit 100 Nutzung von Glasfaser-Netzinfrastrukturen unterschiedlicher Anbieter; Netzkomponenten für PON (links) und PtMP mit aktiver Technik für IP und DVB-C/CATV (rechts)
- Abbildung 51 FTTH-Wohnanlage mit 60 WE, Nutzung von Glasfaser-Netzinfrastrukturen unterschiedlicher Anbieter; Netzkomponenten für PON (links) und PtMP mit aktiver Technik für IP und DVB-C/CATV (rechts)
- Abbildung 52 Einzelfaser-Management zur Anbindung der WE (FTTH)
- Abbildung 53 Schematische Darstellung des Platzbedarfs der Elemente von Netzinfrastrukturen im Inhouse-Bereich in einem Mehrfamilienhaus; hier Fokus auf dem Etagenverteiler
- Abbildung 54 M25 Elektroinstallationsrohr
- Abbildung 55 Mikrorohre für die Inhouse-Verkabelung
- Abbildung 56 Installation unter der Fassadendämmung
- Abbildung 57 Glasfaserkabel
- Abbildung 58 Koaxialkabel
- Abbildung 59 CAT-7-Kabel inklusive der notwendigen Schirmung der verdrehten Aderpaare und des Kabels

Abbildung 60	Preloaded-Mikrorohr mit Glasfaserkabel und Steckern
Abbildung 61	Schematische Darstellung einer Steigleitung, befüllt mit mehreren Glasfaserkabeln
Abbildung 62	Ausleitung von Glasfaserkabeln aus einer Steigleitung heraus
Abbildung 63	Zu verwendende Euroklassen für Brandschutzlabel
Abbildung 64	Brandschottung für eine Kabelwanne und ein Abflussrohr
Abbildung 65	Brandschottung von Elektroinstallationsrohren und Kabeln in einem Steigschacht

## Bildquellen

Quelle	Abbildung(en)
ANGA Der Breitbandverband e.V	1-10, 12-15, 29, 31, 32, 35-39, 42, 45, 46, 57-59, 64, 65
August Behrens GmbH (Fab)	26
BMDV	20, 30, 41, 53
Diamond GmbH	Anhang 8.3.
Emtelle GmbH	28, 60-62
FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG	17, 18, 21, 22, 54, 56
gabo Systemtechnik GmbH	16, 19, 33, 55
Gigabitbüro des Bundes	11, 27, 63
Hauff-Technik GmbH & Co. KG	25
Mariensfeld Multimedia GmbH	43, 44
TKM Telekommunikation und Elektronik GmbH	34
willy.tel GmbH	23, 24, 40, 47-52

# 11 Mitwirkende

---

## Unternehmen/Verband

ANGA Der Breitbandverband e. V.

Bundesministerium Digitales und Verkehr (BMDV)

Deutsche Infrastruktur und Netzgesellschaft mbH

Deutsche Telekom GmbH

DNSNET Internet Service GmbH

Emtelle GmbH

FRÄNKISCHE Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

gabo Systemtechnik GmbH

GdW Bundesverband deutscher Wohnungs-  
und Immobilienunternehmen e. V.

Gigabitbüro des Bundes

M-net Telekommunikations GmbH

Rechtsanwalt

Vodafone GmbH

Vonovia SE

willy.tel GmbH

ZVEI e. V.

## Name

Carsten Engelke

Dr. Philipp Grün  
Olaf Pauli

Christoph Lütke

Mario Zerson

Gerald Plischke

Stefanie Sill

Norbert Biener

Alexander Geiger

Dr. Claus Wedemeier

Dominic Titze

Alexander Rößner

Andreas Coupette

Georg Merdian  
Jan Dombrowski

Marc Andre Speckenbach

Bernd Thielk

Julia Dornwald

## *Impressum*

### *Herausgeber*

Bundesministerium für Digitales und Verkehr,  
Invalidenstraße 44, 10115 Berlin

### *Stand*

April 2024

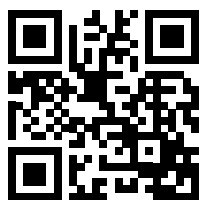
### *Gestaltung | Druck*

Bundesministerium für Digitales und Verkehr  
Druckvorstufe | Hausdruckerei







Diese Publikation wird von der Bundesregierung im Rahmen ihrer Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben.  
Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.







**[www.bmdv.bund.de](http://www.bmdv.bund.de)**

-  [facebook.com/bmdv](https://facebook.com/bmdv)
-  [twitter.com/bmdv](https://twitter.com/bmdv)
-  [youtube.com/bmdv](https://youtube.com/bmdv)
-  [instagram.com/bmdv](https://instagram.com/bmdv)
-  [linkedin.com/company/bmdv-bund](https://linkedin.com/company/bmdv-bund)
-  [social.bund.de@bmdv](mailto:social.bund.de@bmdv)