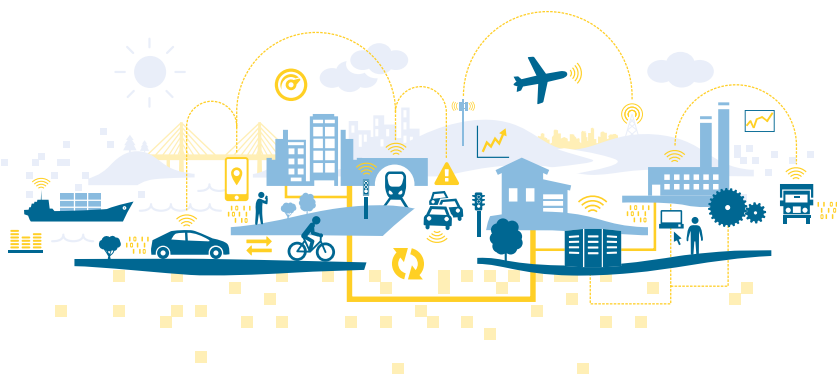


---

# Leitfaden zur Errichtung von Glasfasergebäudenetzen

Handreichung der Fokusgruppe „Digitale Netze“  
Plattform „Digitale Netze und Mobilität“



# Inhalt

Einleitung	4
01 Zusammenfassung der wichtigsten Anforderungen	5
02 Anforderungen an Glasfasergebäudenetze	7
02.1 Abgrenzung Gebäudenetz von anderen Netzebenen	7
02.2 Die Netzebene 4 in Mehrfamilienhäusern	8
02.3 Die Netzebene 4 in Ein- und Zweifamilienhäuser	11
02.4 Mögliche Netzstrukturen in der Wohnung (Netzebene 5)	12
03 Kabelführungssysteme im Gebäude	13
03.1 Kabelkanäle	13
03.2 Rohrnetze mit Wellrohren oder Flex-Rohre – 25 mm	13
03.3 Rohrnetze mit Mikrorohren (Speed-Net-Rohre – SNRi 7 × 1,5)	14
04 Anforderung an die Art der Glasfaser (Ein- vs. Mehrmodenglasfaser)	15
05 Glasfaserkabel (Innenkabel)	17
05.1 Brandschutzanforderungen	17
05.2 Mögliche Verlegearten von Glasfaserkabeln	17
05.3 Glasfaser/Bündelader/Glasfaserkabel	18
06 Glasfasermontage	20
06.1 Techniken zum Verbinden und Abschließen von Glasfasern	20
06.2 Glasfaserspleißkassetten und Spleißschutzablagen	21
07 Glasfaserstecker	22
08 Bauteile für Glasfasergebäudenetze	24
08.1 Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP)	24
08.2 Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV)	25
08.3 Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP), Etagenverteiler	26
08.4 Glasfaser-Teilnehmerabschlussdose (Gf-TA)	26
08.5 Glasfasermodem (ONT)	27

09	Prüfen und Messen in der Netzebene 4	28
10	Das Wohnungsnetz	30
11	Gesetze, Normen und Broschüren	32
	11.1 Telekommunikationsgesetz (TKG)	32
	11.2 ITU- und IEC-Normen	32
	11.3 Europäische Normen	33
	11.4 Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO)	33
	11.5 ZVEI Whitepaper zur Klassifizierung von Brandklassen der Kabel	33
12	Abkürzungsverzeichnis	34
13	Abbildungsverzeichnis	36
	Mitwirkende	37

## Einleitung

Um Immobilien zukunftssicher zu machen, hat der Gesetzgeber vorgeschrieben, dass in Neubauten und bei umfangreichen Renovierungen hochgeschwindigkeitsfähige, passive Inhaus-Infrastrukturen zu errichten sind (Telekommunikationsgesetz TKG § 77 k, ausgenommen sind u. a. Einfamilienhäuser). Da nachträgliche Infrastrukturmaßnahmen in Gebäuden sehr zeit- und kostenintensiv sind, sollten sie insbesondere bei ohnehin anstehenden umfassenden Sanierungsmaßnahmen, etwa der Treppenhäuser, angestoßen werden.

Für eine allgemeine Einordnung zur Auswahl der richtigen Rohrinfrastruktur in Abhängigkeit von der am Standort der Immobilie verfügbaren Telekommunikationsinfrastruktur wird auf die Handreichung der UAG Inhouse PG Technik des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur verwiesen.<sup>1</sup> Dort wird insbesondere auch beschrieben, wie Vorkehrungen zur Errichtung von koaxialkabelbasierten Inhaus-Netzen zu treffen sind.

Im Unterschied hierzu zeigt das hier vorliegende Dokument ein vom Netzbetreiber unabhängiges Zielbild für ein glasfaserbasiertes Gebäudenetz auf, also den wichtigen Technologieschritt zur Ermöglichung eines rein optischen Telekommunikationsanschlusses („Fiber to the Home“ – FTTH). Die Basis dieses Zielbilds stellt eine hinreichend dimensionierte und vorausschauend geplante Leerrohrstruktur im Haus dar. Für Eigentümer, die noch einen Schritt weiter gehen möchten, werden darüber hinaus Hinweise zu Kabeln, Verteilknoten sowie zu Messmethoden gegeben. So kann ein Bauherr/Eigentümer dieses Dokument auch einsetzen, um Handwerksbetriebe mit der Errichtung und Abnahme eines Glasfasergebäudenetzes zu beauftragen.

Werden die beschriebenen Grundanforderungen eingehalten, ist ein schneller und unkomplizierter Anschluss an das Netz eines jeden FTTH-Netzbetreibers an das Gebäudenetz und die Anschaltung und Inbetriebnahme eines Glasfasermodems in der Wohnung möglich. Im Ergebnis können dann Breitbanddienste über Glasfaseranbindung (z. B. FTTH mit 1.000 Mbit/s) genutzt werden.

Diese Handreichung ist insofern als Empfehlung von Netzbetreibern für die Realisierung eines Glasfasergebäudenetzes zu sehen. Sie stellt sowohl eine Planungshilfe als auch eine Baudurchführungshilfe für die Erstellung von Glasfasergebäudenetzen für den Telekommunikationsbereich dar. Dies gilt auch dann, wenn dieses Gebäudenetz zu einem Zeitpunkt errichtet wird, bei dem noch kein glasfaserbasiertes Anschlussnetz am Standort der Immobilie existiert.

Darüber hinaus kann das Dokument selbstverständlich auch einen Mehrwert für Hochschulen, Architekten, Städte, Kommunen, Gemeinden und Bauherren bringen.

<sup>1</sup> <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/ag-digitale-netze.html>, Veröffentlichung in Q4-2020 erwartet

01

## Zusammenfassung der wichtigsten Anforderungen

### 1. Verpflichtende und optionale Vorbereitungen für optische Gebäudenetze im Zuge des Neubaus und bei umfangreichen Sanierungsarbeiten

- Das Telekommunikationsgesetz TKG verpflichtet in § 77 k den Bauherren/Eigentümer im Fall des Neubaus und bei umfangreichen Sanierungsarbeiten „hochgeschwindigkeitsfähige, passive Netzinfrastrukturen“ zu errichten (Ausnahme u. a. für Einfamilienhäuser).
  - Dieser Vorgabe kann durch die Verlegung von Leerrohren in geeigneter Struktur Rechnung getragen werden.
  - Optional können weitergehende Vorbereitungen getätigt werden, und zwar das Einziehen/Einblasen von Glasfaserkabeln sowie deren Abschluss an den relevanten Knotenpunkten im Keller, ggf. auf der Etage und in der Wohnung. In diesem Fall errichtet der Eigentümer auch einen Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) als Abschluss der Kabel im Keller, sowie einen Glasfaser-Teilnehmerabschluss (Gf-TA) in der Kundenwohnung.
  - In jedem Fall ist es wichtig, hinreichend Platz für den Abschluss der ankommenden Außenkabel der Netzbetreiber einzuplanen, die im Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP) abgelegt werden. Dieser Gf-AP sowie ggf. das aktive Endgerät der ONT (Optical Network Termination) in der Kundenwohnung werden im Zuge des späteren FTTH-Ausbaus in der Straße dann vom Netzbetreiber im Gebäude installiert. Sie müssen abgesehen vom Platz nicht durch den Eigentümer vorbereitet werden.
- Für den Gf-AP kann als Richtwert eine Fläche von ca. 50 × 50 cm angenommen werden. Dieser Platz sollte sich in einer Arbeitshöhe von ca. 1,60 m befinden, ca. 30 cm von jeder angrenzenden Wand entfernt sein und sich in unmittelbarer Nähe des Gf-GV befinden, sofern der Eigentümer Kabel einzieht und deshalb einen Gf-GV installiert.

### 2. Leerrohre

- Bei Neubauten oder Rekonstruktionsmaßnahmen bietet es sich an, Wellrohre oder SpeedNetRohre für innen (SNRi) einzusetzen, in denen dann zu einem späteren Zeitpunkt die Glasfaserkabel eingezogen bzw. eingeblasen werden.
- Bei Bestandsgebäuden, in denen keine Leerrohrsysteme verbaut wurden, bleibt oft nur die Möglichkeit mit Kabelkanälen zu arbeiten oder es gelingt, einen Versorgungsweg auf der Außenwand/Gebäudefassade mit Fassadenkabel zu realisieren.

### 3. Glasfaserkabel

- Für das FTTH-Gebäudenetz sind nur Kabel mit Singlemodefasern („Einmodenfasern“) in den Glasfaser-Innenkabeln geeignet.
- Vorzugsweise sollten bei der Gebäudeverkabelung biegeunempfindliche Singlemodefasern (gemäß ITU-T G.657.A2) zum Einsatz kommen, da diese bei der Montage um Ecken und Kanten nur geringe Dämpfungserhöhungen aufweisen.

#### 4. Faserdimensionierung

- Für reine Wohneinheiten in Wohngebäuden wird empfohlen, jede Wohneinheit mit mindestens zwei Glasfasern zu versorgen. Wird ein Glasfaser-Kabel mit vier Glasfasern je Wohneinheit vorgesehen, könnten auch zusätzliche Bedarfe (separate Dienste, Systemwechselfasern oder Reservefasern) sicher abgedeckt werden.
- Es wird empfohlen, für jede Gewerbeeinheit mindestens vier Glasfasern von der Geschäftskundenlokation (Raum, Ebene) bis zum Gf-Gebäudeverteiler zu installieren.
- Ist die konkrete Nutzung der Gewerbeeinheit nicht vorhersehbar, kann es sinnvoll sein, je nach Größe der Gewerbeeinheit, auch mehr Glasfasern (z. B. Gf-Kabel mit 8, 12, oder 24 Glasfasern) zur Grundversorgung vorzusehen.

#### 5. Glasfasermontage

- Es wird empfohlen, 3-Achsen-Fusionsspleißgeräte einzusetzen. Die Einfügedämpfung eines Fusionsspleißes ist wesentlich geringer als bei einer mechanischen Verbindung. Das Fusionsspleißverfahren ist sehr zuverlässig, besonders langzeitstabil und wird daher für den Aufbau von Glasfasergebäudenetzen empfohlen.
- Bei der Errichtung eines Glasfasergebäudenetzes ist darauf zu achten, dass die Spleißdämpfung  $\leq 0,1$  dB beträgt.

#### 6. Stecker

- In Gebäudenetzen wird die Verwendung von LC-APC-Steckern empfohlen. Diese Stecker kommen in den Abschlusseinrichtungen (Gf-AP, Gf-GV und Gf-TA) zum Einsatz.
- Zur Sicherstellung einer geringen Dämpfung wird empfohlen, Stecker der Güteklasse B (Grade B gemäß EN 61755-1) zu verwenden.

#### 7. Prüfen und Messen

- Nach Abschluss der Baumaßnahmen sollten alle Gf-Leitungswege (sofern Kabel verlegt wurden) gemessen und protokolliert werden.
- Die Einfügedämpfung (IL, Insertion Loss) soll einen Wert von 1,5 dB bei Wellenlängen zwischen 1.260 nm und 1.625 nm nicht übersteigen.
- Die Gesamt-Rückflussdämpfung (ORL, Optical Return Loss) soll einen Wert von 30 dB nicht unterschreiten.

#### 8. Wohnungsnetz/NE5

- Die Netzebene 5 sollte als Sternnetz von einem zentralen Punkt ausgehend gebaut werden. Dort sollte ein Multimediaverteiler zum Einsatz kommen.
- In jedem Zimmer sollte mindestens eine Netzwerk-Doppeldose mit RJ45 Steckverbindung verbaut werden.
- Die Netzwirkabel sollten mindestens der Kategorie CAT6 entsprechen.

## 02

# Anforderungen an Glasfasergebäudenetze

### 02.1

## Abgrenzung Gebäudenetz von anderen Netzebenen

In der Telekommunikation unterscheidet man verschiedene Netzebenen, davon sind die folgenden drei im Kontext dieses Papiers relevant.

1. Als **Netzebene 3 (NE 3)** bezeichnet man das vom Netzbetreiber ankommende Zugangsnetz.
  - Die Außenkabel des Netzbetreibers (NE 3) werden im Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP) abgeschlossen. In der Regel wird der Gf-AP vom Netzbetreiber installiert. Zwischen Gf-AP und Gf-GV wird vom Netzbetreiber eine Schaltverbindung zu den einzelnen Wohnungsanschlüssen hergestellt.

- Die im Folgenden beschriebene Unterscheidung der Netzebenen trifft auf Mehrfamilienhäuser und Gewerbeeinheiten zu. Die Infrastruktur in diesen Gebäuden wird unterteilt in Gebäudenetze (Netzebene 4, NE 4) und Wohnungsnetze (Netzebene 5, NE 5).

2. Das **Gebäudenetz (NE 4)** beschreibt den Netzabschnitt zwischen Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) und Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose (Gf-TA) bzw. Optical Network Terminal (ONT)<sup>2</sup> in der Wohnung. Bei Einfamilienhäusern entfällt in der Regel die NE 4.
3. Das **Wohnungsnetz (NE 5)** ist das Kommunikationsnetz innerhalb der Wohnung. Es beginnt an einem zentralen Verteilpunkt in der Wohnung und geht zu den einzelnen Räumen, Wanddosen bzw. Endgeräten wie PC, Set-Top-Box und Fernsehapparat.

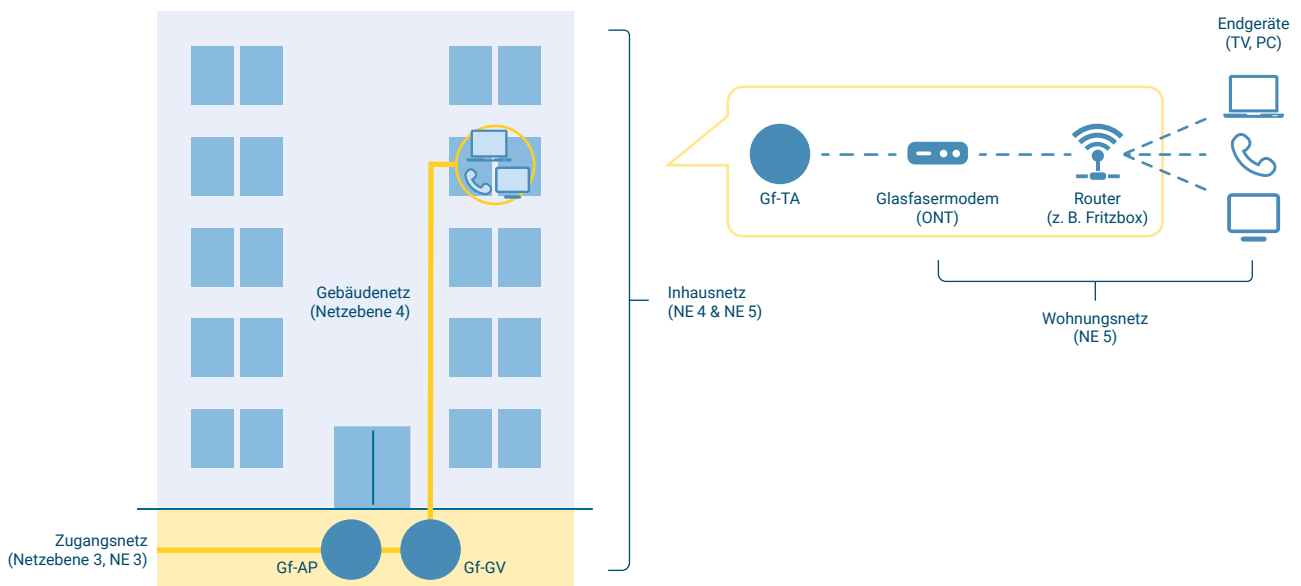


Abbildung 1: Netzebenen im Mehrfamiliengebäude, Quelle: Deutsche Telekom

2 Der ONT ist der aktive Netzabschluss in der Kundenwohnung.

Zwischen Gf-TA und Wohnungsnetz befindet sich das Gerät zum Abschluss des optischen Zugangssystems – das Glasfasermodem (auch ONT – Optical Network Termination). Der ONT bildet den optischen Netzabschluss und wird in der Regel vom Netzbetreiber bereitgestellt und installiert. Im ONT wird das optische Signal in ein elektrisches Signal umgewandelt, das dann dem Home Gateway (z. B. Speedport, Fritzbox, usw.) zugeführt wird. Das Home Gateway wiederum verteilt das Eingangssignal auf verschiedene Ausgangsports bzw. auf das Wohnungsnetz, welches als strukturierte Verkabelung (Sternverkabelung zu den einzelnen Räumen) ausgelegt sein sollte.

ein Glasfasernetz anzuschließen (vorbereitende Maßnahmen für Glasfaseranschlüsse). Ist dies geschehen, kann ein Netzanbieter den Glasfaseranschluss beim Kunden einfach und schnell installieren. Die folgende Skizze zeigt die benötigten Netzkomponenten, welche zu Beginn installiert werden, sowie die zusätzlichen Komponenten, die vom Netzbetreiber zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut werden, um Dienste über Glasfasernetze anzubieten.

Da es in der optischen Nachrichtentechnik mittlerweile eine Vielzahl von Normen, Kabeln und Steckern gibt, empfehlen wir in diesem Ratgeber Komponenten für die Infrastruktur, die künftigen Anforderungen gerecht werden und optimal mit den FTTH-Netzen der Netzbetreiber zusammenspielen.

In der Wohnung wird eine Glasfaser-Teilnehmerabschlussdose installiert. In dieser wird das Glasfaserkabel auf einem LC-APC Stecker in einer Kupplung abgeschlossen. An diese Dose wird später mit einem kurzen Glasfaser-Verbindungskabel der ONT (auch Glasfasermodem) angeschlossen. Der ONT versorgt dann den Router (auch Home Gateway, z. B. Speedport oder Fritzbox). Am Markt können auch Home Gateway erworben werden, die eine ONT-Funktion integriert haben. Als Kabel kommen ausschließlich

## 02.2 Die Netzebene 4 in Mehrfamilienhäusern

### 02.2.1 Übersicht und Zusammenfassung

Zur Minimierung des Aufwandes werden im Folgenden grundsätzliche Anforderungen beschrieben, um Wohngebäude schnell und ohne zusätzliche Baumaßnahmen an

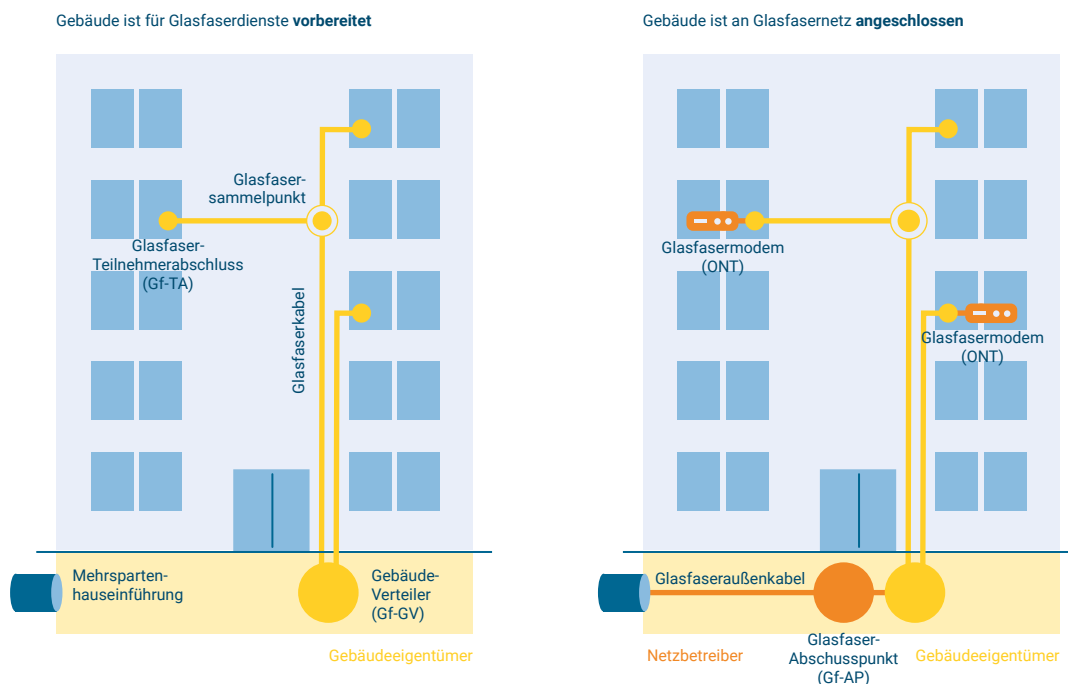


Abbildung 2: Glasfasergebäudenetze. Quelle: Deutsche Telekom



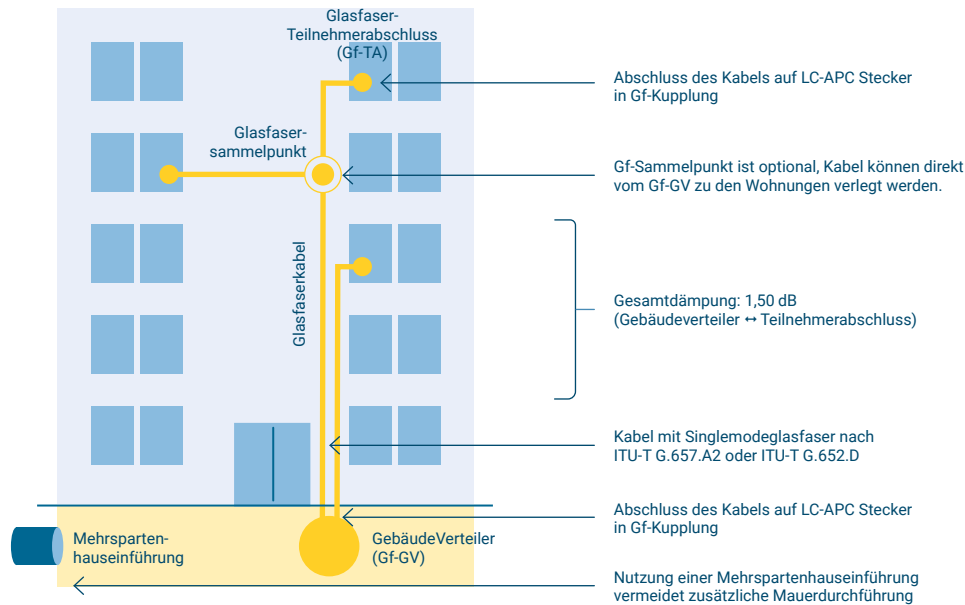


Abbildung 3: Übersicht Glasfasergebäudenetz („Das Wichtigste in Kürze“). Quelle: Deutsche Telekom

Singlemodeglasfasern zum Einsatz (ITU-T G.652.D und ITU-T G.657x). In Gf-Gebäudenetzen sollten die biegeunempfindlichen Singlemodeglasfasern (ITU-T G.657x) eingesetzt werden, da sich bei diesem Gf-Typ enge Biegeradien bei der Installation nicht so stark auswirken (Dämpfung bleibt niedrig). Werden Glasfasern nach ITU-T G.652.D eingesetzt, ist unbedingt darauf zu achten, dass die minimal zulässigen Biegeradien (ca. 30 mm) nicht unterschritten werden. Werden die Biegeradien unterschritten, können hohe Gf-Dämpfungen auftreten, so dass der zulässige Dämpfungswert für das Gf-Gebäudenetzen von maximal 1,5 dB weit überschritten wird. Dies führt zu Störungen und ggf. zum Totalausfall der Übertragung bei der Inbetriebnahme.

Für jede Wohnung sollten vom Gf-GV bis zur Gf-TA ein Gf-Kabel mit mindestens zwei Glasfasern gebaut werden. Werden Wohneinheiten für geschäftliche Zwecke genutzt, sollten vier Glasfasern für diese Wohneinheit vorgesehen werden. Im Keller werden alle Glasfasern der Glasfaserkabel in einem Gf-Gebäudeverteiler abgeschlossen. An das Ende der Glasfasern wird je ein Glasfaserstecker Typ LC-APC angespleißt. Die Kabel/Stecker im Gf-GV und Gf-TA müssen beschriftet werden, damit bei der später durchzuführenden Beschaltung die zugehörigen Wohnungen schnell zu finden sind.

Glasfaserkabel können direkt in die Wohnungen oder über sogenannte Glasfasersammelpunkte (Etagenverteiler)

geführt werden. Der Einsatz vorkonfektionierter Steigleitungskabel (d. h. am Kellerende sind bereits alle Stecker des Kabels werksseitig montiert) kann den Montageaufwand vor Ort minimieren.

Die Gf-Führung, die Gf-Verspleißung und der Gf-Abschluss (im Gf-Gebäudeverteiler, im Etagenverteiler bzw. Sammelpunkt und in den Wohnungen) müssen dokumentiert werden. Auf Anfrage soll diese Dokumentation dem Netzbetreiber zur Verfügung gestellt werden, damit bei einer eventuellen später durchzuführenden Störungsbeseitigung kurze Entstörzeiten eingehalten werden können.

### 02.2.2 Alternative Netzstrukturen in Abhängigkeit von der Gebäudegröße und den örtlichen Gegebenheiten

Im Folgenden werden verschiedene Netzstrukturen aufgezeigt, um alle Wohnungen des Gebäudes mit den Glasfasern anzuschließen. Dabei ist Variante 1 für kleinere Gebäude gut geeignet. Um möglichst kostenoptimal auszubauen, müssen immer die örtlichen Gegebenheiten beachtet werden (Steigebereiche, Flure, etc.).

Bei größeren Gebäuden ist aus praktischen Gründen der Einsatz von Glasfasersammelpunkten (passive Verteilpunkte) zu empfehlen. Aber auch ein Mix könnte zur Optimierung beitragen, d. h. die Wohnungen der unteren

Etagen werden z. B. direkt mit einem Kabel angeschlossen, die oberen Wohnungen werden über einen Sammelpunkt geführt. Bei der Planung sind die baulichen Gegebenheiten (vorhandener Platz in Steigkanälen, zusätzlich benötigter Platz für Gf-SP Gehäuse) mit anderen Faktoren wie z. B. reduzierte Kosten für die Kabel im Verhältnis zu den zusätzlichen Kosten für die Installation des Gf-SP sowie für die zusätzlichen Spleißarbeiten abzuwägen.

**Variante 1:** Zwischen Gf-GV und Gf-TA wird ein Kabel direkt verlegt. Dabei kann es sich in der Regel um ein Kabel mit zwei oder vier Glasfasern pro Kabel handeln. Die Variante ist bei ausreichend großen Steigkanälen zu empfehlen. Sollten diese nicht vorhanden sein, kann sich auch eine Verlegung von speziellen Außenkabeln (Fassadenkabel) auf der Außenwand des Gebäudes anbieten. Auf Glasfasersammelpunkte wird vollständig verzichtet. Ohne zusätzliche Spleißstellen in der NE 4 ergeben sich sehr kleine Gesamtdämpfungswerte, die Fehlerquote ist gering und nur von der ordnungsgemäßen Kabelverlegung abhängig. Bei einer Kabelstörung ist dann maximal eine Wohnung betroffen.

**Empfehlung:** Diese Variante eignet sich besonders bei kleinen und mittleren Gebäuden bis ca. 12 Wohneinheiten.

**Variante 2:** In der Variante 2 kommen Glasfasersammelpunkte (Gf-SP), ähnlich Etagenverteilern, zum Einsatz. Jeder Sammelpunkt erhält ein eigenes Steigleitungskabel. Die Anzahl der benötigten Fasern im Steigleitungskabel ist dabei abhängig von der Anzahl der Wohnungen und der Dimensionierung der Kabel zu den Gf-TAs. Im Gf-Sammelpunkt werden die Glasfaserkabel zu den Wohnungen angespleißt. Diese Wohnungszuführungskabel können wieder Kabel mit zwei oder vier Glasfasern pro Kabel sein. Es ist nicht zwingend erforderlich, auf jeder Etage einen Sammelpunkt zu installieren, ein Sammelpunkt kann auch mehrere Etagen versorgen. Durch die zusätzliche Verbindungsstelle im Gf-SP erhöht sich je nach Art der Verbindung die Gesamtdämpfung gegenüber Variante 1.

Es kann auch mit vorkonfektionierten Kabeln gearbeitet werden. An diese Kabel sind Gf-GV-seitig die Stecker werksseitig bereits montiert. Es entfallen dabei Spleißarbeiten im Gf-GV. Bei der Verlegung muss auf die Richtung des Kabeleinziehens geachtet werden, um diese Stecker nicht zu beschädigen.

**Variante 3:** In dieser Variante werden einige Wohnungen direkt vom Gf-Gebäudeverteiler versorgt, andere Wohnungen werden über Gf-Sammelpunkte angeschlossen.

**Variante 1:** Jede Wohnung eigenes Kabel

**Variante 2:** Mehrere Steigleitungen

**Variante 3:** Mix

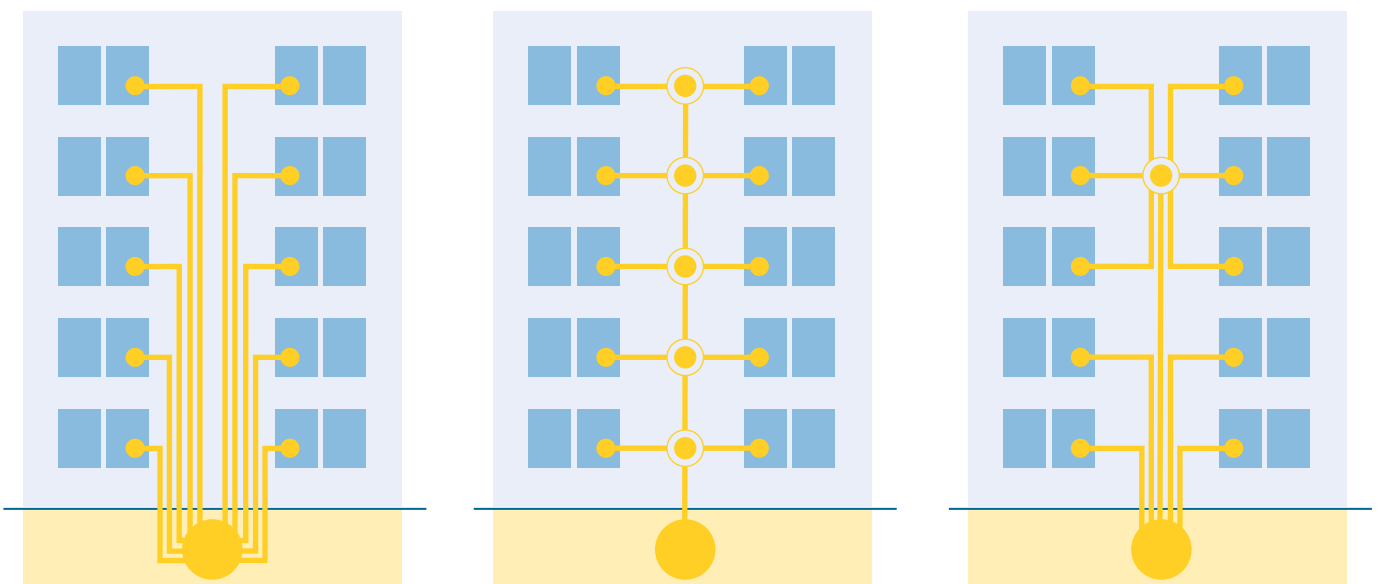


Abbildung 4: Netzstrukturen in Mehrfamiliengebäuden. Quelle: Deutsche Telekom

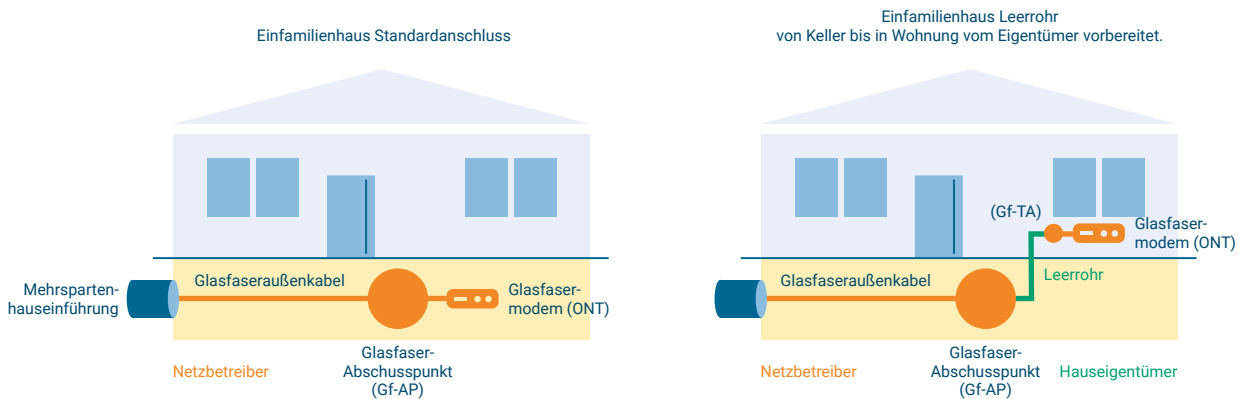


Abbildung 5: Beispiel zu Glasfasergebäudenetz für Einfamilienhäuser, Quelle: Deutsche Telekom

## 02.3 Die Netzebene 4 in Ein- und Zweifamilienhäuser

In Ein- und Zweifamilienhäuser ist es immer sinnvoll als Minimalleistung den Leitungsweg von der Wohnung (Multimediaverteiler/Gf-TA) bis zum Glasfaserabschlusspunkt, in der Regel im Keller-Versorgungsraum, vorzubereiten. Hierzu zählen Deckendurchbrüche und Leerrohrverlegungen, so dass eine spätere Glasfaserkabelverlegung zügig erfolgen kann.

Darüber hinaus kann auch direkt eine Glasfaserkabelverlegung von der Gf-TA (diese kann sich in der Wohnung, z. B. im Hauswirtschaftsraum, im Multimediaverteiler oder bei den Endgeräten befinden) bis zum Glasfaserabschlusspunkt vom Hauseigentümer als Vorleistung

erbracht werden. Dabei ist zu beachten, dass das Glasfaserkabel mindestens 2 Glasfasern enthalten sollte. In der Wohnung dient als Abschlusskomponente eine Gf-TA. Die Glasfasern in der Gf-TA müssen mit LC-APC-Steckern abgeschlossen werden. Es ist ein Singlemode-Glasfaserkabeltyp zu verwenden.

In EFH und ZFH ist es nicht zwingend erforderlich einen Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) zum Abschluss der Glasfasern im Keller zu setzen. Im Keller muss das Kabelende bis an den Ort, an dem der Glasfaserabschlusspunkt (Gf-AP) installiert werden soll, geführt werden. Es ist darauf zu achten, dass für die Gf-Montage genügend Kabelvorrat (ca. 2 m) am Ort des Glasfaserabschlusspunktes vorhanden ist. Ist vom Hausbesitzer vorgesehen, dass der Glasfaserabschlusspunkt außen an der Wand befestigt werden soll, ist das Innenkabel bis zu diesem Ort zu führen. Auch hier ist dann ein Gf-Kabelmontagevorrat von ca. 2 m zu beachten.

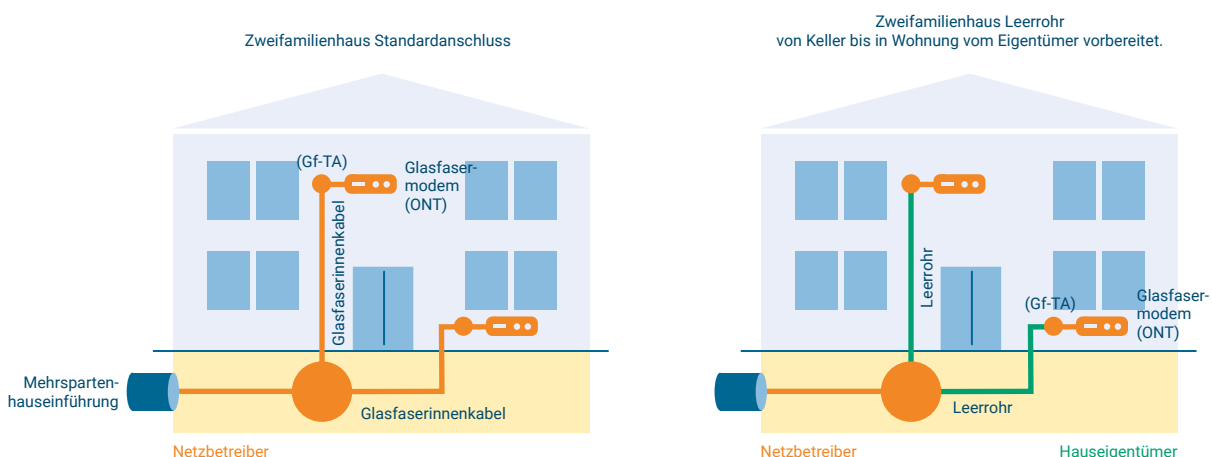


Abbildung 6: Beispiel zu Glasfasergebäudenetz für Zweifamilienhäuser, Quelle: Deutsche Telekom

## 02.4 Mögliche Netzstrukturen in der Wohnung (Netzebene 5)

In der Wohnung sollte eine bauseitige Netzwerkverkabelung vorgesehen werden, d. h. von einem zentralen Ort (z. B. Hauswirtschaftsraum) führt eine sternförmige Netzwerkverkabelung in alle Zimmer, um z. B. Mediareceiver oder Computer per LAN-Kabel anzubinden. Optimal ist die Versorgung der Zimmer mit jeweils zwei RJ45 Buchsen. Damit wird sichergestellt, dass ein Hin- und Rückweg geschaltet werden kann. Ggf. kann auch eine zusätzliche WLAN-Antenne (Mesh) installiert werden, um bestimmte Bereiche der Wohnung besser „auszuleuchten“. In der Praxis ist immer zu empfehlen, auch ausreichend Steckdosen in der Nähe der Netzwerkdosen vorzusehen.

Trotz Powerline- und WLAN-Lösungen ist eine sternförmige Netzwerkverkabelung zu bevorzugen, um eine störungsfreie Datenübertragung, gerade auch bei sehr schnellen Internetverbindungen, sicherstellen zu können. Weitere Ausführungen dazu sind in Kapitel 10 „Das Wohnungsnetz“ beschrieben.

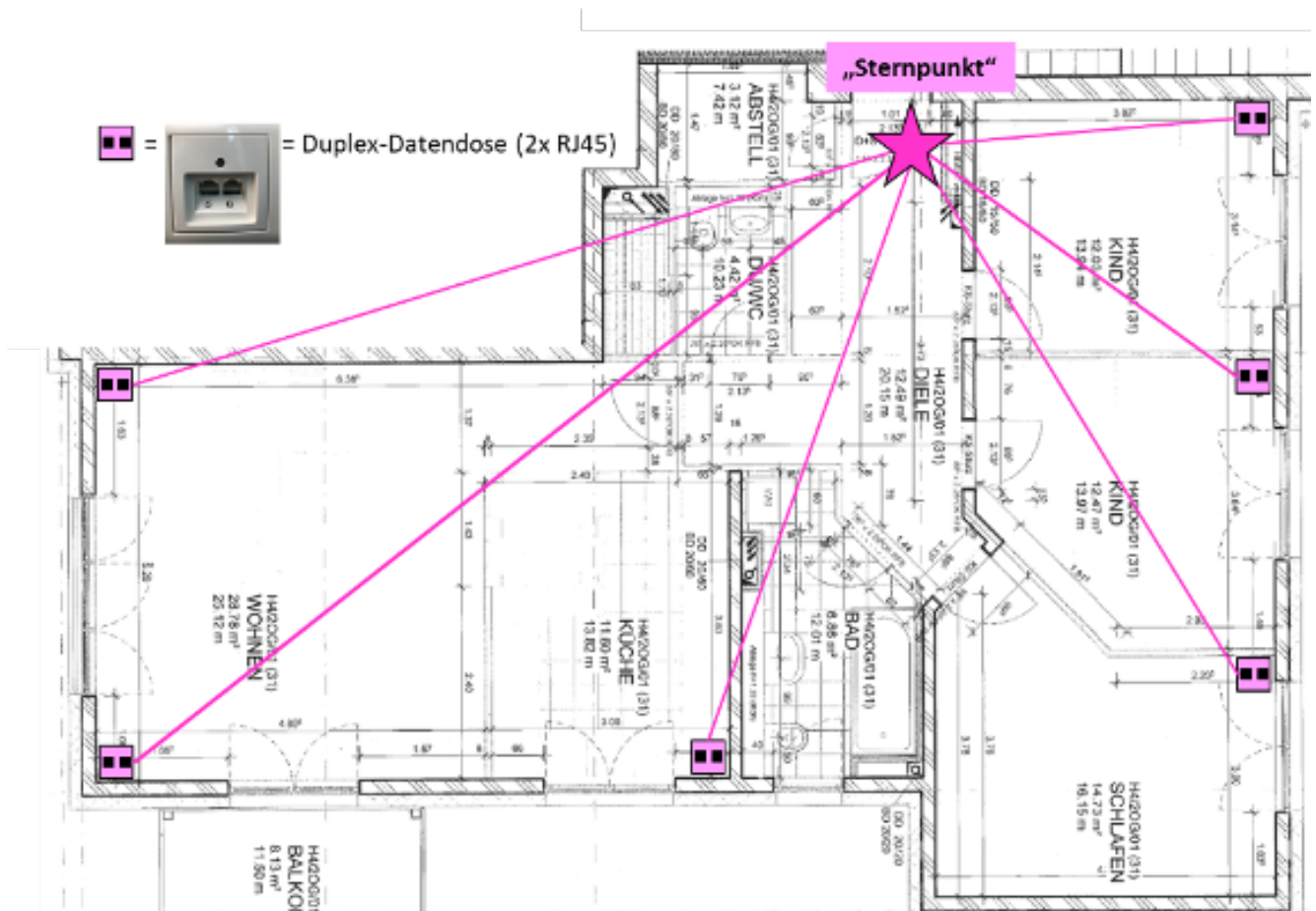


Abbildung 7: Schematisches Datennetz innerhalb der Wohnung zu einem Sternpunkt. Quelle: Deutsche Telekom

## 03

# Kabelführungssysteme im Gebäude

Eine Leerrohranlage ist grundsätzlich immer von Vorteil, um ggf. zu einem späteren Zeitpunkt, falls erforderlich, die eingebrachten Kabel auszutauschen. Dabei sind in jedem Fall die dafür notwendigen regionalen Brandschutzauflagen zu beachten.

Bei Neubauten oder Rekonstruktionsmaßnahmen in Gebäuden bietet es sich an, Wellrohre oder SpeedNetRohre für innen (SNRi) einzusetzen, in denen dann zu einem späteren Zeitpunkt die Glasfaserkabel eingezogen bzw. eingeblasen werden.

Bei Bestandsgebäuden, in denen keine Leerrohrsysteme verbaut wurden, bleibt oft nur die Möglichkeit mit Kabelkanälen zu arbeiten oder es gelingt, einen Versorgungsweg auf der Außenwand/Gebäudefassade mit Fassadenkabel zu realisieren.

### 03.1 Kabelkanäle

Am Markt sind Kabelkanäle aus Kunststoff und aus Metall erhältlich. Kabelkanäle werden überwiegend zum nachträglichen, geordneten Einbringen von Kabeln in Gebäuden/Räumen benutzt.

Aus brandschutzrechtlichen Gründen sind bei Aufputz-Montage der Kabelkanäle in Fluchtwegen (Treppenhäuser, Fluren, etc.) nur Kabelkanäle aus Metall zulässig.

Hinweis: Bitte beachten Sie die regionalen Brandschutzvorgaben der Landesbauordnungen!

### 03.2 Rohrnetze mit Wellrohren oder Flex-Rohre – 25 mm

Zur Vorbereitung der Verlegung von Glasfaserkabeln in Gebäudenetzen können Elektroinstallationsrohre eingesetzt werden. In einem Rohrnetz sind Kabel und Leitungen auswechselbar und gegen Beschädigung geschützt. Dies ermöglicht eine einfache Änderung oder Erweiterung des Gebäudenetzes.

Für den Anschluss im Gebäude sollte ein Rohrnetz mit einem Außendurchmesser von mindestens 25 mm vom Gf-Gebäudeverteiler zu jeder Wohnung zur Installation eingesetzt werden.

Damit Kabel einfach eingezogen werden können, ist das Rohrnetz ohne enge Biegungen zu verlegen. Der angegebene minimale Biegeradius der Hersteller darf nicht unterschritten werden. Elektroinstallationsrohre mit hochgleitfähiger- oder stoßkantenfreier Innenschicht eignen sich besonders hierfür. Alternativ hierzu gibt es Flex-Rohre, in denen sich ein Kabeleinzugsdraht befindet. Diese erleichtern das spätere Einziehen von Gf-Innenkabeln.

Wegen brandschutzrechtlicher Anforderungen müssen Rohrnetze in notwendigen Fluren und/oder notwendigen Treppenhäusern unter Putz verlegt sein und z. B. mit 15 mm dicken mineralischem Putz überdeckt sein.



Abbildung 8:  
Flex-Rohr/Wellrohr  
(z. B. Smart-Net-Rohr der  
Fränkischen Rohrwerke).  
Quelle: Fränkische Rohrwerke

### 03.3

## Rohrnetze mit Mikrorohren (Speed-Net-Rohre – SNRi 7 × 1,5)

Eine spezielle Variante eines Rohrsystems sind sogenannte Mikroröhrchen (oder auch Speed-Net-Rohre oder Speedpipes genannt). Am Markt sind viele verschiedene Hersteller und Größen dazu verfügbar.

Die Speed-Net-Rohre stellen ein auf die Belange von Gf-Kabeln optimiertes Leerrohrsystem dar, welches klein, ausreichend stabil sowie montagefreundlich ist. Hierbei ist zu beachten, dass es für jeden SNRi-Durchmesser optimierte dazu passende Gf-Innenkabel (Mikrokabel) mit entsprechenden Außendurchmesser gibt. Sind SNRi-Durchmesser und Gf-Kabeldurchmesser optimal aufeinander abgestimmt, werden gute Kabeleinblasergebnisse erzielt. Entsprechende Mikrokabel zum Einblasen für diese SNRi (Mikrorohre) von verschiedenen Herstellern werden am Markt angeboten. Die SNRi werden i. d. R. mit der Nomenklatur Außendurchmesser × Wandstärke benannt (z. B. SNRi 7 × 1,5). Diese haben einen Außendurchmesser von 7 mm, eine Wandstärke von 1,5 mm und somit einen Innendurchmesser von 4 mm.

Wenn Sie ihr Glasfaser-Gebäudenetz mit SNRi-Rohren (7 × 1,5) vorbereiten kann die Erschließung mit Glasfasern zügig umgesetzt werden.

In diese SNRi-Größe können Mikrokabel mit einem Außendurchmesser von ca. 2,5 mm eingeblasen werden. Einblaste tests haben gezeigt, dass diese über eine Länge von 150 m problemlos möglich ist – entsprechendes Einblaseequipment vorausgesetzt. Ein Einschleiben von Hand ist nicht zu empfehlen, da wegen fehlender Druckluft eine hohe Reibung zwischen Kabel und Mikrorohr entsteht und dadurch nur wenige Meter Kabel eingeschoben werden können.

Die Verlegung dieser Mikrorohre ist relativ einfach und mit der Verlegung „normaler“ Kabel zu vergleichen. Biegeradien müssen beachtet werden, da aber das Rohr relativ stabil ist, hat es eine Art Selbstbegrenzung.

Nachfolgend werden Beispielbilder zum SNRi-System und den erhältlichen Formteilen, um z. B. Rohre zu verbinden oder das Rohr zum Kabel hin abzudichten, aufgezeigt.

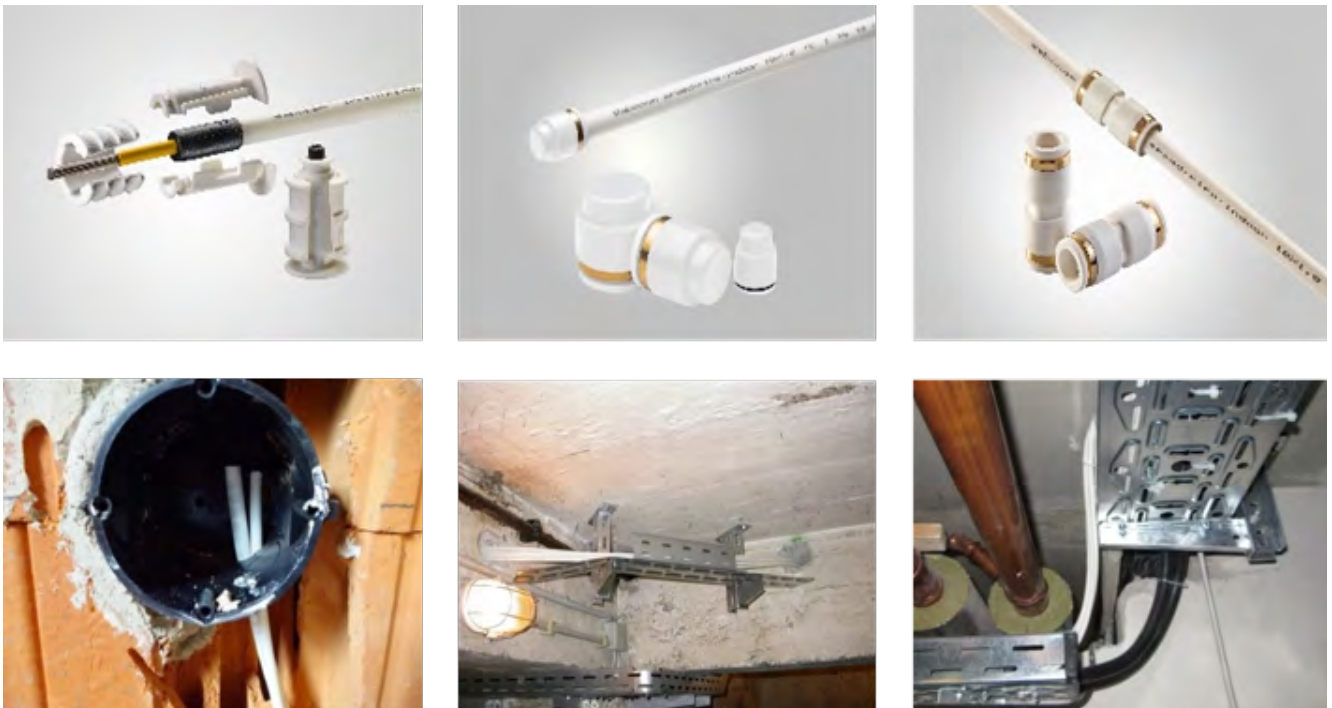


Abbildung 9: Praxisbeispiele von installierten Mikrorohren (SNRi 7 × 1,5). Quelle: Gabocom und Deutsche Telekom

SNRi sind grundsätzlich für die Durchführung durch Brandabschottungen zugelassen (siehe ABZ/ETA). SNRi haben eine Freigabe für Elektroinstallationsrohre nach EN 61386-22 und die Angaben bezüglich Material (Kunststoff), sowie Durchmesser und Wandstärken stimmen mit den SNRi überein.

SNRi sind Elektroinstallationsrohre nach EN 61386-22. Elektroinstallationsrohre gehören der Niederspannungsrichtlinie an und fallen **nicht** wie Kabel unter die Bauprodukteverordnung (CPR). Die DIN EN 61386-22 ist unter der Niederspannungsrichtlinie harmonisiert. Aus diesem Grund müssen Rohre mit dem CE-Kennzeichen versehen sein.

Die EN 61386 regelt zum einen die Kompatibilität mit dem Brandschott, zum anderen ist der Klassifizierungscode, der sich aus dieser Norm ergibt, die Grundlage für die Verlegung der SNRi. Anhand eines Klassifizierungscode der

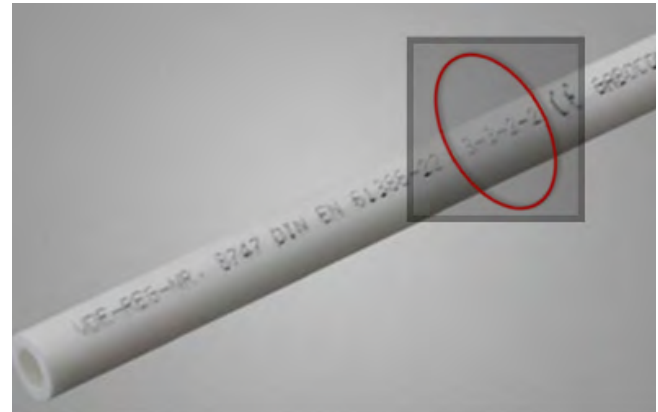


Abbildung 10: Beispiel eines SNRi AD 7 (Wandstärke 1,5 mm) mit Klassifizierungscode und CE-Kennzeichnung. Quelle: Gabocom

sich aus den Prüfungen nach DIN EN 61386-22 generiert, wird die Verlegung nach DIN VDE 0100-520 definiert. Die erlaubten Verlegearten sind den Produktblättern der jeweiligen SNRi-Hersteller zu entnehmen.

## 04

# Anforderung an die Art der Glasfaser (Ein- vs. Mehrmodenglasfaser)

Es gibt am Markt verschiedene Arten von Lichtwellenleitern, einerseits Multimode („Mehrmodenfasern“) andererseits Singlemode („Einmodenfasern“), welche in einschlägigen Normen spezifiziert sind. Jeder Typ wird gemäß seiner optischen Übertragungseigenschaften für unterschiedliche Anwendungsfälle (z. B. Transatlantikkabel, Weitverkehrsnetze oder Rechenzentren) eingesetzt.

Für die Singlemodefaser sind Begriffe wie Monomode-Glasfaser und Einmoden-Glasfasern gleichzusetzen.

Für die Multimodofaser wird auch häufig der Begriff der Gradientenindexfaser verwendet.

Für das FTTH-Gebäudenetz sind nur **Kabel mit Singlemodefasern in den Gf-Innenkabeln geeignet**. Diese Forderung ist sehr wichtig, da von den Netzbetreibern nur Singlemodefasern in ihren Netzen (Netzebene 3, NE 3) eingesetzt werden. Nur so kann bei Anschaltung des Gebäudenetzes an die NE 3 eine problemlose, dämpfungsarme Verbindung hergestellt werden. Glasfaserkabel sind nichtmetallisch und daher mit einem Leitungssuchgerät nicht ortbar. Sie sollten deshalb in einem Schutzrohr verlegt werden, um versehentliches Anbohren zu vermeiden. Eine genaue Netzdokumentation in Kabellageplänen wird empfohlen.

### ITU-T G.652.D

Die sogenannte „Standardglasfaser“ wurde in der ITU normiert und heißt deshalb ITU-T G.652. Die derzeit aktuellste Faser ist genauer mit ITU-T G.652.D benannt – d. h. diese ist mittlerweile die 4. Generation der Standardglasfaser. Diese wird bei heutigen Netzen eingesetzt und ist weltweit im Einsatz. Der minimale Biegeradius ist mit 30 mm festgelegt, d. h. bei 100 Windungen um einen Dorn mit 6 cm Durchmesser darf sich die Dämpfung um nicht mehr als 0,1 dB erhöhen. Gerade in Gebäuden und bei relativ dünnen Kabeln, ist der vorgegebene Radius manchmal nur schwer einzuhalten. Deshalb wurden für den Einsatz auf den „letzten Metern“ des Netzes Fasern entwickelt, welche einen engeren Biegeradius erlauben.

### ITU-T G.657.A2

Die sogenannte „biegeoptimierte Glasfaser“ wurde vorrangig für den Einsatz in der Gebäudeverkabelung entwickelt – erste Standards dazu wurden 2006 veröffentlicht. Hier geht es um quasi identische Übertragungseigenschaften wie bei der ITU-T G.652.D-Glasfaser, jedoch erlaubt dieser Typ Fasern teilweise erheblich engere Biegeradien. Es gibt verschiedene Ausprägungen (Tabellen) des Standards, deshalb soll hier die „prominenteste“ Faser ihre Erwähnung finden. Die Glasfaser gemäß ITU-T G.657.A2 arbeitet einerseits gut mit den im Gebäude ankommenden Standardfasern nach ITU-T G.652.D zusammen und ist andererseits für die Verlegung um Ecken bestens geeignet. Die Biegeradien sind zwar deutlich geringer als bei der Standardfaser, dennoch darf auch dieses Kabel nicht rechtwinklig verlegt werden.

Fazit: Ein FTTH-Netz funktioniert nur mit Singlemodefasern! Vorzugsweise sollten bei der Gebäudeverkabelung biegeunempfindliche Singlemodefasern (gemäß ITU-T G.657.A2) zum Einsatz kommen, da diese bei der Montage um Ecken und Kanten nur geringe Dämpfungserhöhungen haben.

Grundsätzlich sind auch Standard Singlemodefasern (gemäß ITU-T G.652.D) geeignet. Bei diesem Glasfasertyp ist aber besonders auf den minimal einzuhaltenden Biegeradius von 30 mm zu achten. Wird dieser unterschritten, kann dies zu starken Dämpfungserhöhungen führen. Der zulässige Gesamt-Dämpfungswert des Glasfasergebäudenetzes wird überschritten. Dies kann bei der Inbetriebnahme des Gf-Anschlusses zu Störungen und ggf. zu Totalausfällen führen.

#### Empfehlungen:

- Einsatz von **Singlemodefasern nach ITU-T G.657.A2** (biegeunempfindlich = montagefreundlicher).
- Es sollten mindestens zwei Glasfasern pro Wohnung abgeschlossen werden.
- Bei Geschäftsanschlüssen sollten mindestens vier Glasfasern pro Anschluss abgeschlossen werden.



## 05

# Glasfaserkabel (Innenkabel)

## 05.1

### Brandschutzanforderungen

Glasfaserkabel sind nichtmetallisch und daher mit einem Leitungssuchgerät nicht ortbar. Sie sollten deshalb in einem Schutzrohr verlegt werden, um versehentliches Anbohren zu vermeiden. Eine genaue Netzdokumentation in Kabellageplänen wird empfohlen.

Strom-, Steuer- und Kommunikationskabel, welche dauerhaft in Bauwerke eingebaut werden fallen unter die EU-Verordnung 305 / 2011 (sogenannte Bauproduktenverordnung).

Grundsätzlich gilt im Baurecht und damit im Brandschutz das Ziel, bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Rauch und Feuer vorgebeugt wird um die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten zu ermöglichen (§ 14 MBO – Musterbauordnung).

Daraus entwickelten sich im Laufe der Jahre Anforderungen an Gebäude, Gebäudestrukturen und Rettungswegen (Flure, notwendige Flure, Treppen, notwendige Treppen). Um dem oben genannten Schutzziel in Gebäudeinstallationen zu entsprechen, gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Man verwendet Kabel ohne Brandschutzanforderungen und verlegt diese in einen Installationskanal mit Brandschutzeigenschaften (z. B. feuerhemmend) und führt die Installation so durch das Gebäude (oft übliche Elektroinstallation) oder
2. Man benutzt Kabel mit verbesserten Brandschutzeigenschaften, die dann unter Putz oder im Metallkabelkanal verlegt werden entsprechend der Erleichterung nach der Musterleitungsanlagenrichtlinie.

Um auch zukünftigen Anforderungen zum Brandschutz gerecht zu werden, sollten vorzugsweise Gf-Kabel mit verbesserten Brandschutzeigenschaften eingesetzt werden. Ein weiterer Punkt, der aus dem Schutzziel entstand, ist die Umsetzung von Außenkabel auf Innenkabel nach der Gebäudeeinführung. Glasfaseraußenkabel müssen innerhalb von 2 m nach der Gebäudeeinführung umgesetzt werden auf Glasfaserinnenkabel. Das gilt analog auch für NE3-Speed-Net Rohre (SNR) die im Gebäude auf Speed-Net Rohre (innen) (SNRi) umgesetzt werden müssen.

## 05.2

### Mögliche Verlegearten von Glasfaserkabeln

Bei der Gebäudeverkabelung ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten der Rohr- und Kabelverlegung.

Je nachdem ob die Gf-Kabel in Rohren eingezogen oder eingblasen werden oder ob Gf-Kabel auf der Fassade oder unter Putz verlegt werden, müssen die Kabel unterschiedlichen Anforderungen und somit Eigenschaften aufweisen. Speziell die Beschaffenheit der Kabelmäntel und die erforderlichen Zug- und Schiebekräfte spielen hierbei eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Aus diesen Gründen werden spezielle Gf-Kabel für:

- das Einziehen,
- das Einblasen,
- das Einputzen und
- das Verlegen auf der Fassade

gefertigt und angeboten.

## 05.3 Glasfaser/Bündelader/ Glasfaserkabel

Glasfasern werden durch das sogenannte Coating geschützt. Dabei unterscheidet man grundsätzlich die 250 µm Varianten und 900 µm Varianten (diese haben ein zweites Coating). Um daraus ein Kabel herzustellen werden entweder eine gewisse Anzahl von 250 µm Fasern in einer sogenannten Bündelader untergebracht (z. B. 4 oder 12 Fasern) oder einzelne 900 µm Fasern direkt in einem Kabelmantel untergebracht.

Grundsätzlich haben 900 µm Fasern den Vorteil, dass man Glasfaserstecker werksseitig besser anbauen kann (wegen höherer Zugkräfte), 250 µm Fasern haben im Gegenzug eine höhere Packungsdichte, d. h. Kabel und Komponenten können wesentlich kleiner gebaut werden.

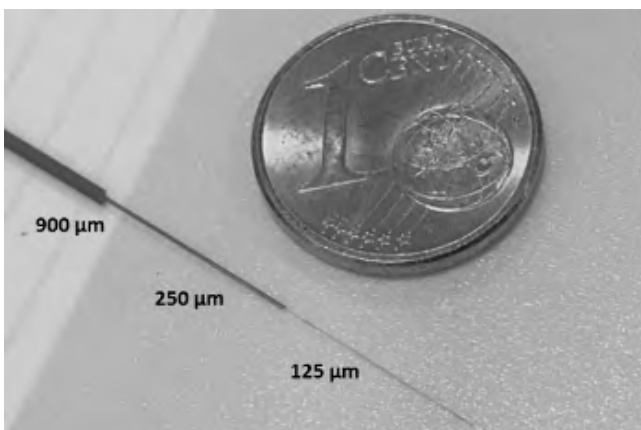
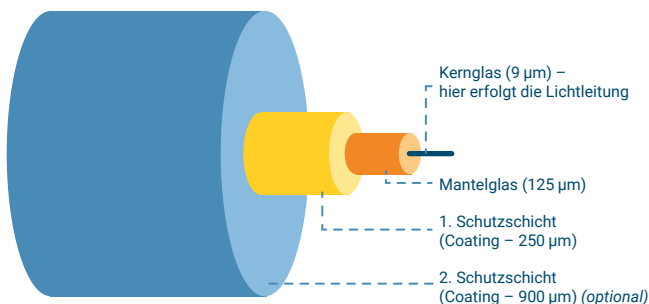


Abbildung 11: Schematischer Aufbau einer Glasfaser (250 µm ↔ 900 µm).  
 Quelle: Deutsche Telekom

### 05.3.1 Glasfaserkabel zum Einblasen und Einziehen

Neuere Gf-Innenkabeltypen sind so beschaffen, dass sie für das Einblasen in SNRi (z. B.  $7 \times 1,5$ ) und für das Einziehen in Rohren und Gebäudeschachtanlagen geeignet sind. Diese Kabeltypen besitzen eine zentrale Bündelader, in der die 250 µm-Fasern geführt werden. Diese Kabel sind mit verschiedenen Faserzahlen (z. B. 1, 2, 4, 6, 12 und 24 Gf) am Markt erhältlich. Darüber hinaus entsprechen sie einer hohen Brandschutzklasse (B2<sub>CA</sub>).

Nachfolgend ein schematisches Bild eines Kabelquerschnitts.

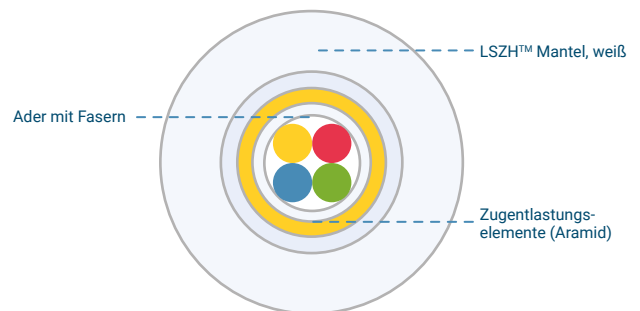


Abbildung 12: Schematische Darstellung eines 4-Faser Kabels. Quelle: Corning

Alternativ zu den bisher vorgestellten Gf-Innenkabeltypen, die für das Einblasen und Einziehen geeignet sind, bietet der Markt auch Gf-Innenkabel an, die nur für das Einziehen spezifiziert wurden. Diese Kabel besitzen meist einen größeren Außendurchmesser und sind mit 900 µm-Fasern (Festadern) oder mit 250 µm-Fasern in Bündeladern bestückt. Eingesetzt werden diese Kabel häufig für die Verlegung vom Gf-GV bis zu einem Gf-SP.

In manchen Fällen eignen sich werksseitig vorbereitete Kabel besonders gut, d. h. einseitig sind die Glasfasern dieser Kabel bereits mit den entsprechenden Glasfasersteckern (LC-APC) vorkonfektioniert. Man kann z. B. diese Kabel zu den Etagenverteilern/Sammelpunkten verlegen. Die mit Gf-Steckern vorkonfektionierte Seite wird im Gf-GV aufgelegt. Die andere Seite des Kabels, mit den unkonfektionierten Glasfasern, wird im Etagenverteiler mit den Wohnungszuführungskabeln verspleißt.

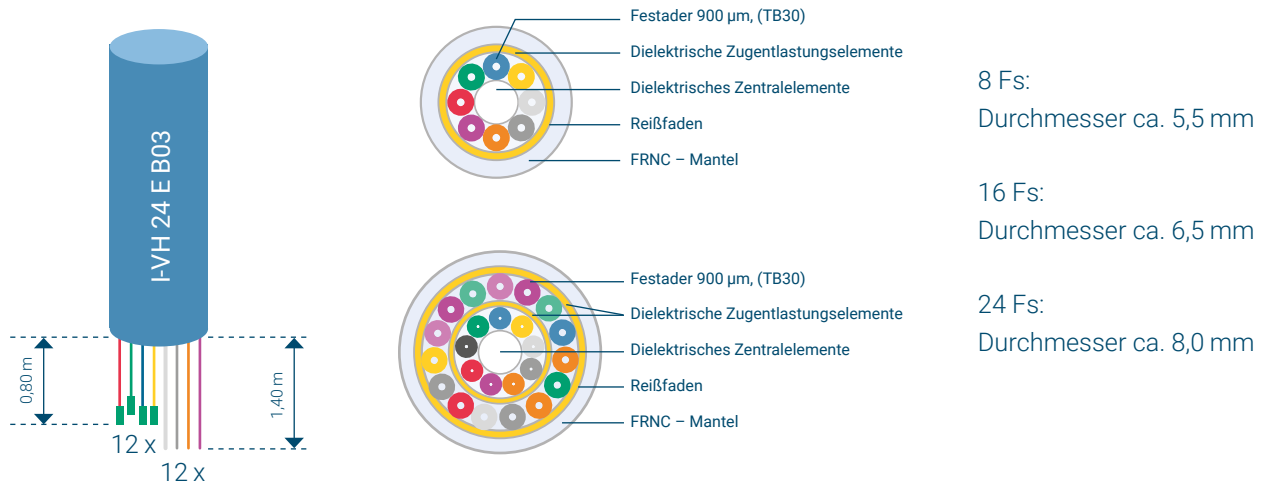


Abbildung 13: Beispiele zu vorkonfektionierten Steigleitungskabeln mit 900 µm Adern. Quelle: Deutsche Telekom

Die Skizze zeigt einige Kabelgrößen, diese sind z. B. in Längen von 20 m und 40 m am Markt verfügbar.

### 5.3.2 Gf- Fassadenkabel (Unterputzverlegung)

Gf-Fassadenkabel haben in ihrem Aufbau besondere Eigenschaften, die für eine Unterputz- und für eine Aufputzverlegung, auch im Außenbereich, geeignet sind (UV-stabil). Auch bei diesen Kabeltypen gibt es Typen die in ihrem Kabelaufbau mit 900 µm-Fasern oder mit 250 µm-Fasern in Bündeladern ausgestattet sind.

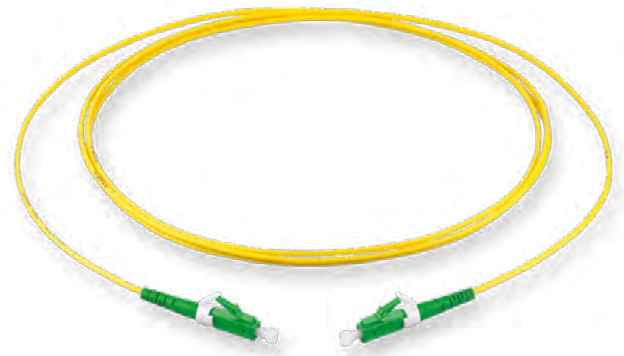


Abbildung 14: Glasfaser-Verbindungskabel mit LC-APC Steckern. Quelle: Corning

### 5.3.3 Glasfaserverbindungskabel (Patchkabel)

Das Glasfaserverbindungskabel ist ein kurzes Kabel, das 1 m, 2 m oder 5 m lang ist. Es besteht aus einem Glasfaserkabel mit einer Faser und ist an beiden Seiten mit einem LC-APC Stecker abgeschlossen. Es wird verwendet, um die Glasfaser des Gf-Abschlusspunktes (Gf-AP) mit der Glasfaser in dem Gf-Gebäudeverteiler (Gf-GV) zu verbinden sowie um die Glasfaser der Glasfaser-Teilnehmerabschlusssdose (Gf-TA) mit dem ONT zu verbinden.

## 06

# Glasfasermontage

### 06.1

## Techniken zum Verbinden und Abschließen von Glasfasern

Die fachgerechte Installation eines Glasfasersteckers an einem Kabelende vor Ort ist sehr aufwendig und in hoher Qualität eigentlich nicht möglich. Daher wird in den meisten Fällen ein industriell gefertigter Stecker mit einem kurzen Kabel (1 m bis 2 m), ein sogenanntes Glasfaserpigtail, an die Faserenden angespleißt/angeschweißt (Fusions-spleiß) oder mit einem mechanischen Spleiß verbunden.

In jedem Fall muss die Spleißstelle geschützt werden. Dieser mechanische Schutz muss in den Spleißkassetten in eine dazu passende Aufnahme (Spleißschutzablage) abgelegt werden.

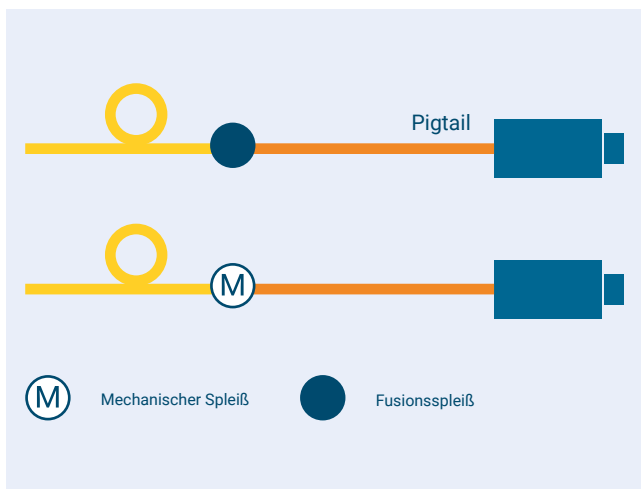


Abbildung 15: Prinzipdarstellung zur Konfektionierung mit Pigtails.  
Quelle: Deutsche Telekom

### 6.1.1 Fusions-spleiß und Fusions-spleißgeräte

Für den Fusions-spleiß (hier spricht man von der Verbindung zweier LWL-Leitungen durch Zufuhr von Wärme mittels eines Lichtbogens) gibt es verschiedene Spleißgeräte auf dem Markt. Es wird empfohlen 3-Achsen-Fusions-spleißgeräte einzusetzen. Die Einfügedämpfung eines Fusions-spleißes ist wesentlich geringer als bei einer mechanischen Verbindung. Die Größenordnung der Einfügedämpfung bei einem Fusions-spleiß von identischen Glasfasern liegt bei ca. 0,05 dB. Das Fusions-spleißverfahren ist sehr zuverlässig und besonders langzeitstabil und wird für den Aufbau von Glasfasergebäudenetzen empfohlen. Die Qualität einer Gf-Spleiß-Verbindung (Spleißdämpfung in dB) wird unmittelbar am Gerät angezeigt.

Aber auch „einfachere“ Fusions-spleißgeräte (2-Achsen- oder V-Nut-Geräte) liefern gute Spleißergebnisse und können in der Netzebene 4 benutzt werden. Heutige Single-modeglasfasern besitzen eine sehr hohe Kernzentrität, so dass auch mit diesen Geräten Spleißdämpfungen erreicht werden können, die für die NE 4 hinreichend genau sind.

### 6.1.2 Mechanische Spleißverbindung (mechanischer Spleiß)

Bei einer mechanischen Spleißverbindung werden die Faserenden rein mechanisch in einer Hülse aufeinander geführt und fixiert. Zur besseren optischen Anpassung und somit höherer Qualität der Verbindung, trägt ein sogenanntes Index-Matching-Gel (= Anpassung der Brechzahlen) bei, welches sich in dieser Verbindungshülse befindet. Die typische Verlustleistungen (Einfügedämpfung) liegen bei ca. 0,3 dB pro Verbindung.

Die Qualität der hergestellten Verbindung (Höhe der Einfügedämpfung) kann ohne zusätzliche Messtechnik nicht bestimmt werden.

Beim Einsatz von mehreren mechanischen Spleißen in einer Verbindung (Gf-GV zu Gf-AP) kann auch die geforderte Gesamtdämpfung der Netzebene 4 von 1,5 dB ggf. überschritten werden. Ist die Dämpfung für das Gebäudenetz größer als 1,5 dB, kann dies zu Übertragungsstörungen führen.

**Fazit:** Mechanische Spleißverbindungen gibt es am Markt, diese haben sich jedoch in Europa eher als temporäre Reparaturlösung im Massenmarkt etabliert.

### 6.1.3 Schutz der Spleißstelle: Variante Krimpspleißschutz

Die Spleißstelle muss geschützt werden, da die Glasfaser an dieser Stelle ohne schützendes Coating keine mechanische Stabilität aufweist und leicht bricht. Dafür kann ein sogenannter Krimpspleißschutz verwendet werden. Dieser wird mit einem entsprechenden Werkzeug (Spleißpresse) zusammengedrückt. Der Spleiß und die Fasern des Spleißes werden fixiert und geschützt. Der Krimpspleißschutz wird bei Glasfasern mit einem Außendurchmesser von 250 µm (über Coating) eingesetzt. Die Art des Spleißschutzes muss u. a. mit der Spleißablage in der Kassette zusammenpassen.

### 6.1.4 Schutz der Spleißstelle: Variante Schrumpfspleißschutz

Die Spleißstelle kann auch mittels Schrumpfspleißschutz (oder auch Heat Shrink – Spleißschutz) geschützt werden. In der Regel haben 3 Achsen-Spleißgeräte einen kleinen Ofen, in dem der Spleiß mit diesem Spleißschutz eingelegt werden. Innerhalb weniger Sekunden wird der Spleißschutz auf die Faser geschumpft und bietet somit den nötigen mechanischen Schutz der Spleißstelle.

Die Art des Spleißschutzes muss u. a. mit der Spleißablage in der Kassette zusammenpassen (Schrumpfspleißschutz ist dicker als Krimpspleißschutz und benötigt deshalb mehr Platz).

## 06.2 Glasfaserspleißkassetten und Spleißschutzablagen

In den Gf-Abschluss- und Verteilpunkten (Gf-AP, Gf-GV, Gf-SP u. Gf-TA) werden Glasfaserspleißkassetten eingesetzt, in denen eine geordnete Gf-Führung und die Spleißablage vorgenommen werden kann. Bei einigen Komponenten (z. B. Gf-TA) kann es auch eingearbeitete Spleißkassetten mit Spleißschutzaufnahmen geben. Diese sind dann speziell auf die Gegebenheiten des Bauteils (z. B. geringe Abmaße) angepasst.

Auf dem Markt gibt es unterschiedlichste Gf-Spleißkassetten-Typen. Um ein störungsfreies Arbeiten in den Gf-Abschluss- und Verteilpunkten sicherstellen zu können, empfehlen wir je Wohnung eine Spleißkassette im Gf-GV und im Gf-SP vorzusehen. D. h. es werden in der Regel zwei oder vier Glasfasern je Spleißkassette geführt und abgelegt. In dieser Spleißkassette werden somit auch maximal vier Spleißschutzaufnahmen benötigt.

Je nach Verwendung des Krimpspleißschutzes oder des Heat-Shrink-Spleißschutzes muss der passende Spleißschutzhalter in der Gf-Kassette ausgewählt werden.

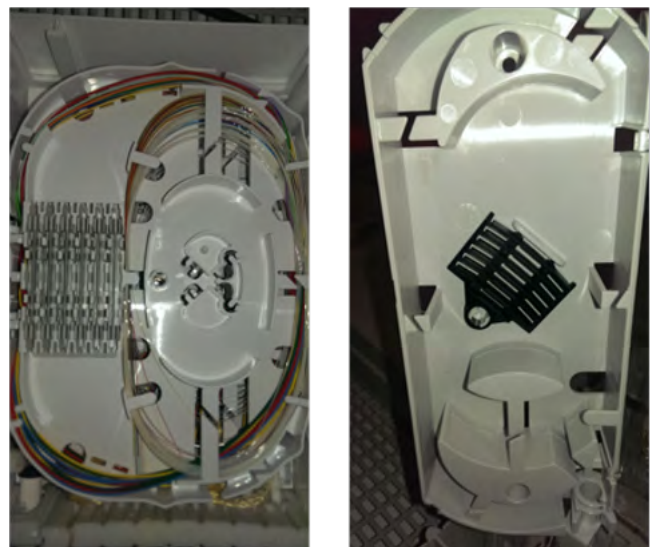


Abbildung 16: Beispielhafte Glasfaserspleißkassetten mit Spleißschutzablage, Quelle: Deutsche Telekom

# 07

## Glasfasermontage

Glasfaserstecker sind an Glasfaserkabeln/Glasfasern montiert, um eine lösbare Glasfaserverbindung bzw. eine definierte Terminierung der Glasfaserenden herzustellen. Sie stellen außerdem eine entsprechende Zugentlastung zur Glasfaser her.

In der Telekommunikation gibt es eine Vielzahl verschiedener Stecker für Glasfasern. Um nachträglichen Montageaufwand zu vermeiden, wird die Verwendung von LC-APC-Steckern empfohlen. Diese Stecker kommen in den Abschlusseinrichtungen (Gf-AP und Gf-TA) zum Einsatz. Die Stecker werden in den Abschlusseinrichtungen in eine dazu passende LC Kupplung eingesteckt. Der Aufbau des LC-APC Steckers basiert auf einer Einzelfaser-Keramikferrule mit 1,25 mm Durchmesser zur Aufnahme des

Lichtwellenleiters. Der Stecker hat einen Winkelschliff von 8° (gemäß IEC 61754-20). Daher ergibt sich eine hohe Rückflusdämpfung > 45 dB, die für spezielle heutige oder künftige Systemanforderungen wichtig ist. Durch Einsatz des LC-APC-Steckers wird ein Gebäudenetz mit hoher optischer Güte erreicht und somit die Universalität und Zukunftssicherheit des Gebäudenetzes sichergestellt. Der schräge Schliff des Steckers wird außerdem durch die grüne Farbe des Steckerkörpers verdeutlicht.

Glasfaserstecker gibt es in verschiedenen Qualitätsstufen. Zur Sicherstellung einer geringen Dämpfung wird empfohlen, Stecker der Güteklasse B (Grade B gemäß EN 61755-1, d. h. Dämpfungsmittelwert 0,12 dB pro Verbindung bzw. 97 % der Fälle besser als 0,25 dB) zu verwenden.

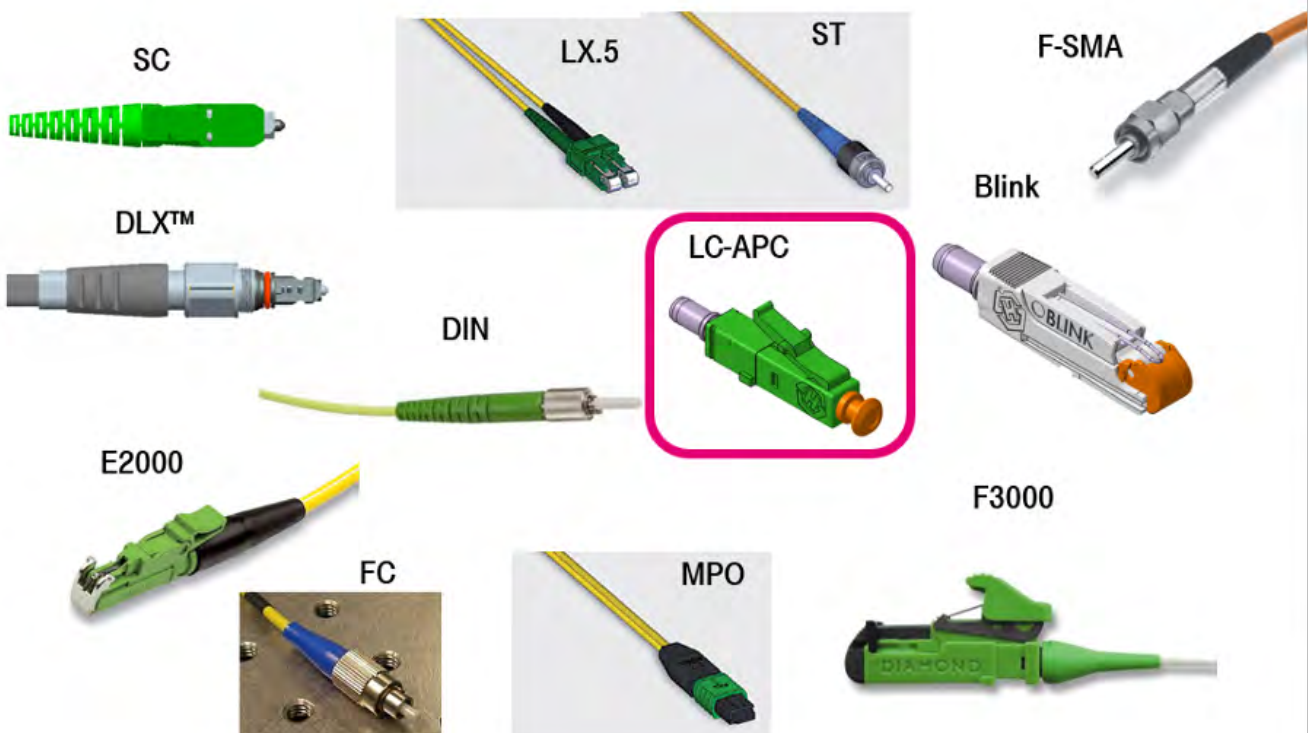


Abbildung 17: Auswahl an Glasfasersteckern. Quelle: Deutsche Telekom

Die Endflächen der Stecker sollten mit mechanisch fixierten Schutzkappen versehen sein, um die Stirnfläche zu schützen, bis sie in die passende LC-Durchführungskupplung gesteckt werden. Die Kupplungen haben in der Regel feste Positionen, so dass eine genaue Zuordnung zwischen Kupplung und Wohnung möglich ist.

In einer Gf-Kupplung werden zwei Stecker miteinander verbunden. Auch die Kupplung hat passend zum Stecker die Farbe Grün und ist mit einem Flansch (zum Anschrauben) oder wie hier abgebildet als flanschlose Variante zum Einstecken erhältlich.

Für das Gf-Gebäudenetz wurde auch seitens der Normung der LC-APC-Stecker empfohlen. Deshalb sind bei Verwendung dieses Steckers keine Kompatibilitätsprobleme bei der Anschaltung des Gf-Netzes zu erwarten.



Abbildung 18: Glasfaserstecker Typ LC-APC (DIN EN 61754-20).  
Quelle: Deutsche Telekom



Abbildung 19: Glasfaserdurchführungskupplung für LC-APC-Stecker (Duplex) mit Staubschutzkappen. Quelle: NYNEX/fiberONE

## 08

# Bauteile für Glasfasergebäudenetze

### 08.1

## Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP)

Der Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP) bildet den Abschluss der Netzebene 3. Dieser wird in der Regel vom Netzbetreiber installiert.

Im Gf-AP werden die Außenkabel des Netzbetreibers abgeschlossen. Der Glasfaser-Abschlusspunkt ist in der Hoheit des Netzbetreibers und wird in der Nähe des Gebäudeverteilers angebaut (kurze Gf-Patchkabel). Dieser sollte sich ebenso wie der Gebäudeverteiler (Gf-GV) in unmittelbarer Nähe der Mehrspartenhauseinführung befinden.

In unmittelbarer Nähe des Gf-GV ist Platz für den Gf-AP des Netzbetreibers vorzusehen. Als Richtwert kann eine Fläche von ca. 50 × 50 cm angenommen werden. Dieser Platz sollte sich in einer Arbeitshöhe von ca. 1,60 m befinden und ca. 30 cm von jeder angrenzenden Wand entfernt sein.



Abbildung 20: Beispiel eines Glasfaser-Abschlusspunktes (Gf-AP).  
Quelle: Deutsche Glasfaser



## 08.2 Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV)

Der Glasfaser-Gebäudeverteiler bildet den Abschluss des Gebäudenetzes (Netzebene 4).

Der Anbau des Gebäudeverteilers sollte in einem Hausanschlussraum erfolgen bzw. in unmittelbarer Nähe der Mehrspartenhauseinführung/Hauseinführung. Der Netzbetreiber stellt dann zwischen dem Gf-AP und dem Gf-GV mit entsprechenden Gf-Verbindungskabeln (Kabel, die beidseitig mit Gf-Steckern abgeschlossen sind) eine Verbindung her.

Alle Kabel/Fasern zu den Wohnungen werden in den Gf-GV eingeführt und auf LC-APC Stecker abgeschlossen und in entsprechende LC-Kupplungen abgelegt, das heißt sie werden von der einen Seite in die Kupplung gesteckt. Die andere Seite der Kupplung muss mit einer Staubschutzkappe versehen sein. Die Zuordnung der Stecker bzw. Kupplungen zu den Wohnungen muss zweifelsfrei zuzuordnen sein.

Gibt es mehrerer Wohnungen pro Etage, empfiehlt sich eine Zählreihenfolge, links beginnend (Draufsicht) und dann im Uhrzeigersinn weiterzuzählen. D. h. Links oben beginnend nach rechts unten fortlaufend weiterzuzählen.



Abbildung 21: Beispiel eines Glasfaser-Gebäudeverteilers (Gf-GV).  
Quelle: Deutsche Telekom

Der Gf-GV benötigt keinen Strom bzw. Stromanschluss, er ist ein passiver Glasfaser-Gebäudeverteiler.



Abbildung 22: Beispiel einer übersichtlichen Steckerablage im Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV). Quelle: Deutsche Telekom

Für sehr große Mehrfamilienhäuser oder große Gewerbegebäude können auch Standard 19" Netzwerkschränke verwendet werden.



Abbildung 23: 19" Netzwerkschrank mit 42 Höheneinheiten und vertikalem Kabelmanagement System auf der linken Seite als Gf-GV für 108 Wohnungen (je 4 Fasern).  
Quelle: NYNEX/fiberONE

## 08.3 Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP), Etagenverteiler

Der Glasfasersammelpunkt ist eine mögliche Schaltstelle auf der Etage von Gebäuden. Er wird dann verwendet, wenn eine direkte Kabelverlegung zwischen Gf-Gebäudeverteiler und Gf-TA nur schwer möglich ist.



Abbildung 24: Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP). Quelle: Deutsche Telekom

## 08.4 Glasfaser-Teilnehmerabschluss- dose (Gf-TA)

Die Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose (Gf-TA) wird in der Wohnung installiert. In der Gf-TA werden die Gf-Innenkabel eingeführt und auf Gf-Steckern (LC-APC) abgeschlossen. Der Gf-Stecker wird in der Gf-TA in eine Gf-Kupplung (LC-Kupplung) eingesteckt, die auf der gegenüberliegenden Seite mit einer Staubschutzkappe versehen ist. Das Kabel wird mit einer Zugabfangung befestigt. Die Gf-TA hat Aufnahmestellen, um die gefertigten Spleiße geschützt abzulegen. In der Gf-TA sind in der Regel Glasfaser-Kupplungen (LC-Kupplung) eingebaut. Nach Entfernung der Staubschutzkappe wird der ONT mittels Glasfaserverbindungskabel an die LC-Kupplung angeschlossen.

Im Rahmen der Leerrohrverlegung bzw. der Gf-Kabelverlegung wird empfohlen, dafür eine handelsübliche, einzelne tiefe Schaltdose (60 mm) vorzusehen, in der eine Unterputz-Gf-TA installiert werden kann.

In der Regel lassen sich Aufputz-Gf-TA auch auf der Unterputzdose befestigen. Da viele Gf-TA größer als eine Standard Steckdose sind, sollte die Unterputzdose alleinstehend platziert werden mit einem Abstand von mindestens 15 cm zu benachbarten Unterputzdose. Um einen problemlosen Zugang zu den Kupplungen zu gewährleisten sollte die Unterputzdose mindestens 30 cm über dem Boden platziert werden (gemäß VDE Richtlinie 18015). Bei Anwendung einer Unterputz-Gf-TA ist darauf zu achten, dass kein Platz für eine Spleißablage vorhanden ist. Hier müssen die Glasfasern direkt z. B. mit einem „Fusions-Spleiß-Stecker“ (Spleißstelle befindet sich im Steckergehäuse) abgeschlossen werden.

In der Nähe des ONT und des Routers müssen 230-V-Steckdosen geplant werden.

Bitte beachten Sie auch Kapitel 10 „Das Wohnungsnetz“. Die Glasfaser kann auch in einem Multimedia- oder Kommunikationsverteiler eingebaut bzw. abgeschlossen werden.



Abbildung 25: Aufputz-Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose (Gf-TA). Quelle: Deutsche Glasfaser



Abbildung 26: Unterputz-Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose. Quelle: Telegärtner

Eine weitere Ausprägung einer Gf-TA ist auch das folgende Modell für die Montage auf einer Hutschiene. Dieses Modell ist geeignet, um in bestehende oder neu zu errichtende Unterverteilungen oder auch Multimediaverteiler installiert werden zu können. Das Modell ist auch mit einer vorbereiteten Kabellänge am Markt verfügbar.

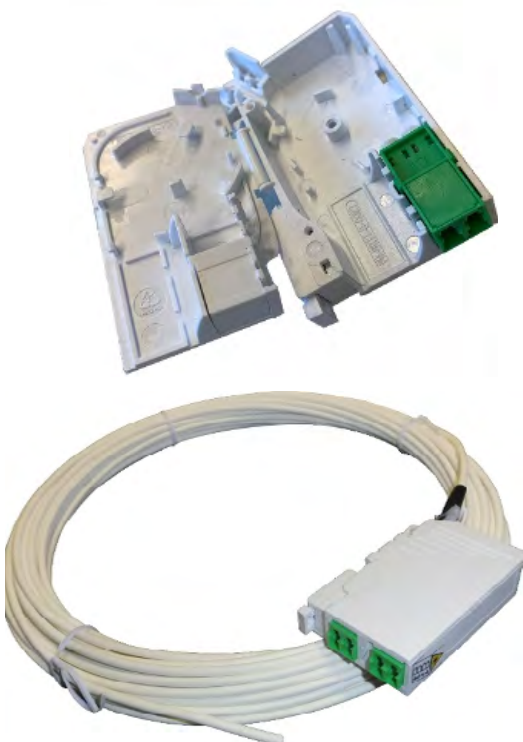


Abbildung 27: Gf-TA für ausschließliche Hutschieneinstallation. Quelle: Acome

Der FTTH DTIO Hutschieneadapter (1TE / 17,5 mm) ist zur Montage auf Hutschiene / DIN Normschiene 35 mm geeignet.

Sollte die installierte Gf-TA an einer „ungünstigen“ Stelle installiert worden sein (z. B. Nachmieter einer Wohnung), so kann es u. U. sinnvoll sein, sich eine zweite Gf-TA an einer anderen Stelle innerhalb der Wohnung, z. B. in einem anderen Zimmer zu installieren. Am Markt erhältlich gibt es vorkonfektionierte Gf-TA mit z. B. 5 m Glasfaserkabel-länge, die auf einem LC-APC-Stecker abgeschlossen ist.

## 08.5 Glasfasermodem (ONT)

Das Glasfasermodem (auch ONT = Optical Network Termination) wird mit einem Gf-Verbindungskabel an die Gf-TA angeschlossen. Auf den Steckern befindliche Staubschutzkappen sollten erst kurz vor der Benutzung der Kabel entfernt werden, ggf. sollten die Stecker geputzt werden. Dies kann mit einem fusselfreien Tuch und Iso-propyl-Alkohol oder mit einem eigens hierfür vorgesehenen Steckerreinigungs-Tool (OneClick Cleaner) erfolgen.

Der ONT wird von einem Steckernetzteil mit Strom versorgt. Mit einem Netzkabel werden ONT und Home Gateway (z. B. Speedport, Fritzbox) verbunden.

Der ONT wird in der Regel vom Netzbetreiber installiert und muss nicht vorausschauend eingebaut werden.



Abbildung 28: Glasfaser-Modem (ONT). Quelle: Deutsche Telekom

## 9

# Prüfen und Messen in der Netzebene 4

Beim Bauen und nach Fertigstellung der Netzebene 4 (NE 4) sollten Prüfungen beim Bauen und Abschlussmessungen durchgeführt werden.

### **Spleißen der Glasfasern:**

Beim Bauen eines Glasfasergebäudenetzes ist darauf zu achten, dass die Spleißdämpfung  $\leq 0,1$  dB sein sollte. Wird ein Wert  $> 0,1$  dB ermittelt, sollte der Spleiß wiederholt werden (Anzeige des Spleißgerätes beachten).

### **Prüfen während des Bauens:**

Alle gespleißten Glasfasern sollten auf Durchgang und Vertauschung geprüft werden. Diese Prüfung ist z. B. mit einem optischen Durchgangsprüfgerät (z. B. Rotlichtquelle) durchzuführen. Festgestellte Fehler sind zu beseitigen.

**Hinweis:** Es sollten mindestens alle Glasfasern, die mit einem Glasfaser-Stecker abgeschlossen sind, geprüft werden.

Vor der Prüfung/Messung sollten die Steckerstirnflächen gereinigt werden. Dies kann mit einem fusselfreien Tuch und Isopropyl-Alkohol oder mit einem eigens hierfür vorgesehenen Steckerreinigungs-Tool erfolgen. Nach der Prüfung/Messung sind die Stecker sofort mit der Staubschutzkappe zu schützen.

### **Messen des fertiggestellten Gebäudenetzes:**

Die Übertragungs-Eigenschaften des Gebäudenetzes sollten nach Fertigstellung der Bau- und Montagearbeiten gemessen werden, um sicherzustellen, dass die maximal vorgegebenen Dämpfungswerte eingehalten werden. Die Messergebnisse sollten in einem Messprotokoll oder Gebäudedämpfungsplan dokumentiert werden.

Nach EN 50700: 2014 und EN 61280-4-2 beträgt die maximale Dämpfung der Gf-Gebäudenetzverkabelung 1,5 dB (1260 nm – 1625 nm). Die Messung kann mit einem optischen Zeitbereichsreflektometer (OTDR mit Vorlauflänge) oder mit einem Dämpfungsmessgeräteset (Pegelsender/Pegelempfänger) durchgeführt werden. Beschrieben wird die Ausführung A: Bezugsverfahren mit zwei Schnüren (nach EN 61280-4-2 „Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsunterssysteme – Teil 4-2: Installierte Kabelanlagen – Singlemode-Dämpfungs- und optische Rückflussdämpfungsmessung“ (2014)).

Es sollten mindestens die folgenden optischen Parameter je Glasfaserverbindung (Gf-GV bis Gf-TA) erfasst werden:

- Die (Einfügedämpfung (IL, Insertion Loss) soll einen Wert von 1,5 dB nicht übersteigen. In der Regel wird die Einfügedämpfungsmessung mit dem Dämpfungsmessplatz (Pegelsender/Pegelempfänger) durchgeführt.
- Die Gesamt-Rückflussdämpfung (ORL, Optical Return Loss) soll einen Wert von 30 dB nicht unterschreiten. Die Messung der ORL wird in der Regel mit einem OTDR durchgeführt.

Die Messung wird in einem nicht beschalteten Zustand zwischen Gf-GV und Gf-TA vorzugsweise bei den Betriebswellenlängen 1.310 nm und 1.550 nm durchgeführt. Die Messung kann aber auch bei 1.625 nm durchgeführt werden.

**Hinweis:** Durch eine höhere Empfindlichkeit der optischen Messung im 1.625 nm-Bereich können Montagefehler bei Messung mit einem OTDR bei 1.625 nm besser erkannt werden.

Wird einer der Werte überschritten, ist eine Analyse durchzuführen. Die Fehler sind zu beseitigen. Die Messung ist zu wiederholen und die Ergebnisse sind zu dokumentieren. Die Messungen sollten vorzugsweise mit einem Dämpfungsmessplatz (Pegelsender und Pegelempfänger) durchgeführt werden.

Zur Gewährleistung der qualitätsgerechten physikalischen Kabelparameter, die für eine reibungslose Inbetriebnahme der Kabelanlage erforderlich sind, müssen geeignete Messgeräte verwendet werden. Diese Messgeräte müssen ein gültiges Kalibrierzertifikat besitzen.

Für die Messungen in Gebäuden (Netzebene 4) sind für die relativ kurzen Gf-Strecken Pegelmessgeräte besonders gut geeignet. Aber auch optische Rückstremessgeräte (OTDR) sind bei Nutzung einer Glasfaser-Vorlauflänge geeignet.

Optische Multimeter sind Messgeräte, die auf Basis einer Rückstremessung arbeiten und speziell für die Anwendung in der Netzebene 4 konzipiert wurden. Mit diesen Geräten kann die Einfügedämpfung, und die Rückflussdämpfung gemessen aber auch eine Ortung von Fehlerstellen vorgenommen werden.

# 10

## Das Wohnungsnetz

Das Wohnungsnetz wird auch als Netzebene 5 bezeichnet. Es wird empfohlen mindestens eine Verkabelung der Klasse D (gemäß DIN EN 50173-1) mit Komponenten (wie Netzwerkdoesen) und Kupferkabel der Kategorie 6 (Cat. 6) zu installieren. Das garantiert bei fachgerechtem Einbau eine Datenrate von 1 Gbit/s.

Zum einfachen Betrieb sollten alle Kabel an einem Punkt enden (Sternnetz nach DIN EN 50173-4). Dort können alle Kabel auf einem Ethernet-Verteiler abgeschlossen werden und auf zu dem in der Nähe befindlichen Switch gepatcht werden. Dazu benötigt man kurze Kabel mit RJ 45 Steckern (Steckverbinder nach EN 60603-7; Patchkabel der entsprechenden Kategorie Cat. 6).

Die optimale Verteilung der Dienste innerhalb der Wohnung ist i. d. R. immer vom Einzelfall abhängig und bedarf einer individuellen Planung. Dabei ist es unbedeutend, ob der Breitbanddienst eines Netzbetreibers mittels xDSL-Technik, über Koaxialkabel oder per Glasfaser angeboten wird. Wichtig ist, dass das ankommende Breitband-signal optimal zu den einzelnen Zimmern verteilt wird.

Zur Gestaltung (Planung und Errichtung) einer zukunftsfähigen und flexiblen Wohnungsverkabelung, muss man sich im Vorfeld mit einigen grundsätzlichen Fragen auseinandersetzen:

- Wie kommt das Breitbandsignal in die Wohnung?
- Wo sind die Steigbereiche/Schaltkästen in der Wohnung?
- Wo sind mögliche „Fernsecken“ in der Wohnung?
- Wo werden Netzwerkanschlüsse in der Wohnung benötigt?
- Wo wird der „Sternpunkt“ des Netzes installiert?

Bei Neubauten sollte man in jedem Fall mit einer „Papierplanung“ auf dem Wohnungsgrundriss beginnen!

Bei einem Glasfaseranschluss wird das ankommende Signal des Glasfasernetzes im ONT in elektrische Signale gewandelt. Am ONT wird ein sogenanntes Home Gateway (z. B. Speedport oder Fritzbox, im Allg. auch Router bzw. WLAN-Router genannt) mit einem Netzkabel angeschlossen. Der Router leitet die elektrischen Signale zu den Netzwerkdoesen bzw. Endgeräten innerhalb der Wohnung weiter. In diesem Kapitel soll hauptsächlich die Verteilung der Dienste mit leitungsgebundenen Medien (Kupfer-Kabel) erläutert werden. Die Nutzung des in den Home-Gateways eingebauten WLANs ist für bestimmte Dienste natürlich auch möglich. Beachten Sie bitte, dass der Standort des WLAN-Routers nach individuellen Empfangsbedingungen und Bedürfnissen in der Wohnung gewählt werden sollte, d. h. ihn so zu positionieren, dass er die Bereiche gut erreicht, in denen Sie drahtlos arbeiten wollen.

In jedem Raum sollte mindestens eine Netzwerk-Doppeldose, bei größeren Räumen sollten zwei Doppeldosen an gegenüberliegenden Wänden installiert werden. Auch diese müssen mindestens die Kategorie 6 haben. Die Nutzung der Räume bestimmt die Anzahl der Anschlüsse. Als Richtwert hat sich ein Anschluss pro 3,75 m Raumumfang bewährt, was auch in der entsprechenden Norm DIN EN 50173-4 so vermerkt ist.

### Beispiel:

Bei einem Raum von drei mal vier Metern ergibt sich ein Raumumfang von 14 m, bei einem Anschluss pro 3,75 m entsprechend ca. 4 Anschlüsse (oder 2 Doppeldosen).

Geeignete Netzwerkdoesen (RJ45-Stecker) sind in den handelsüblichen Schalterprogrammen verfügbar. Es wird empfohlen, zu jeder Netzwerkdose eine Steckdose (230 V) für die Stromversorgung der Endgeräte einzuplanen. Die folgenden Bilder zeigen dies beispielhaft.



Abbildung 29: Mögliche Konfiguration von Wandauslässen (TV, Daten und Strom),  
 Quelle: Deutsche Telekom



Abbildung 31: Beispiel eines beschalteten Multimediaverteilers mit GF-TA und  
 SpeedNet Rohr. Quelle: NY-NEX/fiberONE

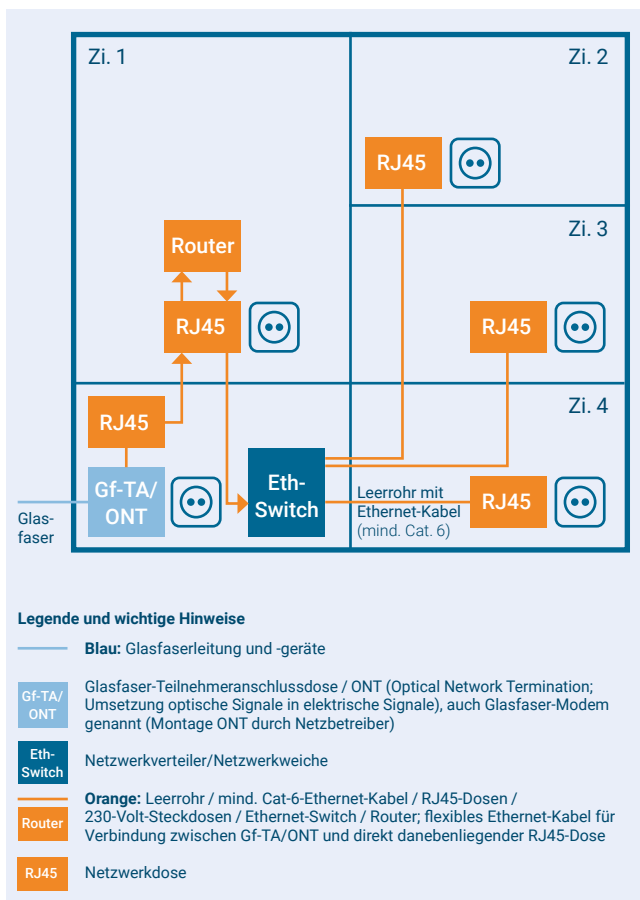


Abbildung 30: Prinzipdarstellung einer Verkabelung in einer Beispielwohnung (Draufsicht).  
 Quelle: Deutsche Telekom.

Im erwähnten Sternpunkt vereinen sich eine größere Anzahl an Geräten und Netzkabeln. Es wird empfohlen künftig einen Multimediaverteiler einzuplanen / zu installieren. In diesem können alle Komponenten übersichtlich und sicher eingebaut werden.

Je nach Umfang und Abmessungen der aufzunehmenden Einzelkomponenten sollten die Abmessungen des Multimediaverteilers gewählt werden.

In der Praxis hat sich bewährt die passive Verkabelung (Sternpunkt) und den Übergabepunkt des Netzbetreibers z. B. im Abstellraum oder Hauswirtschaftsraum zu installieren – den WLAN Router jedoch in der Nähe des TV-Gerätes hinzustellen, da hier oft der soziale Mittelpunkt der Wohnung ist und die Schnittstellen des WLAN Routers gleich in Set-Top Boxen oder Hifi-Anlagen (Streaming-Dienste) gut verwendet werden können.

Damit der WLAN-Router ggf. auch im Multimedia Verteiler platziert werden kann, sollte die Tür des Multimediaverteilers aus Kunststoff sein. Darüber hinaus sollte die Tür Lüftungsschlitze haben, um eine Überhitzung der Geräte im Innenraum zu vermeiden.

Die Netzebene 5 sollte als Sternnetz von einem zentralen Punkt ausgehend gebaut werden. Dort sollte ein Multimediaverteiler zum Einsatz kommen.

In jedem Zimmer sollte mindestens eine Netzwerk-Doppeldose mit RJ45 Steckverbindung verbaut werden.

Die Netzkabel sollten mindestens der Kategorie CAT6 entsprechen.

# 11

## Gesetze, Normen und Broschüren

### 11.1 Telekommunikationsgesetz (TKG)

Das Telekommunikationsgesetz zeigt in § 77 k „Netzinfrastruktur von Gebäuden“ auf, welche Verpflichtungen der Bauherr bei Neubauten und umfangreichen Gebäudesanierungen umzusetzen hat.<sup>3</sup> Nachfolgend ist der relevante Wortlaut aus dem **TKG § 77 k „Netzinfrastruktur von Gebäuden“** Absatz 4 bis 6 wiedergegeben.

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

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

(6) Einfamilienhäuser, Baudenkmäler, Ferienhäuser, Militärgebäude und Gebäude, die für Zwecke der nationalen Sicherheit genutzt werden, fallen nicht unter die Absätze 4 und 5.“

Auch bei Einfamilienhäusern ist es ratsam bauliche Vorkehrungen für eine hochgeschwindigkeitsfähige passive Netzinfrastruktur zu treffen, so dass im Nachgang keine Kabelverlegemaßnahmen (z. B. Deckendurchbrüche und Aufputz-Kabelverlegungen) erforderlich werden. Hier sollten mindestens Leerrohre zwischen den Abschlusspunkten vorgesehen werden.

### 11.2 ITU- und IEC-Normen

- Glasfaser ITU-T G.652: [www.itu.int/rec/T-REC-G.652/en](http://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/en)
- Glasfaser ITU-T G.657: [www.itu.int/rec/T-REC-G.657-201611-I/en](http://www.itu.int/rec/T-REC-G.657-201611-I/en)
- Glasfaserstecker LC-APC: DIN EN oder IEC 61754-20
- IEC 60364-5-52

[www.itu.int/rec/T-REC-G.657-201611-I/en](http://www.itu.int/rec/T-REC-G.657-201611-I/en)



## 11.3 Europäische Normen

- DIN VDE 0100-520
- DIN VDE 0888
- DIN VDE 180 15 ff „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden ...“
- DIN EN 50173 „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen ...“
- DIN EN 50174 „Installation von Kommunikationsverkabelung ...“
- DIN EN 50173 „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen ...“
- DIN EN 50174 „Installation von Kommunikationsverkabelung ...“
- DIN VDE 18015 „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“
- DIN EN 50700 „Informationstechnik – Standortverkabelung als Teil des optischen Zugangsnetzes von optischen Breitbandnetzen“
- DIN VDE 18015 „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“
- EN 50 700
- EN 60 603-7
- EN 61 280-4-2 „Prüfverfahren für Lichtwellenleiter ...“
- EN 61 386-22 „Elektroinstallationsrohre ...“
- EN 61 755-1

## 11.4 Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO)

EU-Verordnung 305 / 2011: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:-DE:PDF>

## 11.5 ZVEI Whitepaper zur Klassifizierung von Brandklassen der Kabel

[www.zvei.org/presse-medien/publikationen/white-paper-brandschutzkabel-erhoehen-die-sicherheit/](http://www.zvei.org/presse-medien/publikationen/white-paper-brandschutzkabel-erhoehen-die-sicherheit/)

# 12

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung	Erklärung
ABZ	Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung	Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung
CPR	Construction Product Regulation	Verordnung Nr. 305 / 2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011, welche harmonisierte Vertriebsbedingungen für Bauprodukte festlegt
dB	Dezibel	Maßeinheit f. Dämpfung
DSL	Digital Subscriber Line	Technologiefamilie zur Nutzung von Kupferdoppeladern für die Breitbandübertragung
ETA	European Technical Assessment	Europäische technische Bewertung/Zulassung
FTTH	Fiber to the Home	Glasfaser bis in das Haus, bzw. in die Wohnung eines Mehrfamiliengebäudes
Gf	Glasfaser	
Gf-AP	Glasfaser-Abschlusspunkt	Abschlusspunkt des Netzbetreibers
Gf-GV	Glasfaser-Gebäudeverteiler	Abschlusspunkt des Gebäudenetzes
Gf-SP	Glasfaser-Sammelpunkt	Etagenverteiler, hier werden die Steigleitungskabel mit den Wohnungszuführungskabeln verbunden
Gf-TA	Glasfaser-Teilnehmerabschlussdose	Glasfaser-Dose in der der ONT angeschlossen wird
ITU	International Telecommunication Union	Internationale Fernmeldeunion
LAN	Local Area Network	Räumlich begrenztes Netzwerk (z. B. Wohnung)
LC-APC	Lucent Connector – Angled Physical Contact	Sehr weit verbreiteter Glasfaserstecker (small form factor = 2 Stecker auf Fläche eines RJ45 möglich), speziell für Gebäudenetze
LC-Kupplung	Lucent Connector-Kupplung	Mit dieser Kupplung werden 2 LC-APC Stecker mit einander verbunden, i. d. R. als Duplexkupplung = 2 Verbindungen (4 Stecker) möglich
LWL	Lichtwellenleiter	

Abkürzung	Bedeutung	Erklärung
MBO	Musterbauordnung	
NE 3	Netzebene 3	NE 3 ist der Netzabschnitt des Netzbetreibers von der Vermittlungsstelle bis zum Gf-AP im Keller des Kunden
NE 4	Netzebene 4	NE 4 ist der Netzabschnitt im Haus des Kunden von dem Gf-GV bis zur Gf-TA bzw. zum ONT in der Wohnung
NE 5	Netzebene 5	NE 5 ist das Netz bzw. die Verkabelung in der Wohnung des Kunden. Beginnt z. B. am ONT und endet an der Anschlussdose für das jeweilige Endgerät
ONT	Optical Network Termination	Glasfasermodem in der Wohnung des Kunden
ORL	Optical Return Loss	Rückflusdämpfung; Anteil des rückgestreuten Lichtes in dB gemessen; Verhältnis von ausgesendeter Leistung zu reflektierter Leistung
OTDR	Optical-Time-Domain-Reflectometry	Messgeräte mit optischer Zeitbereichsreflektometrie; Ortsaufgelöste Dämpfungsmessung; ORL-Messung;
SNRi	Speed Net Rohr innen	Leerrohr für innen mit kleinem Durchmesser für Gf-Kabel
TKG	Telekommunikationsgesetz	
TV	Engl. Television	Fernsehgerät; Fernsehen
UAG	Unterarbeitsgruppe	
UV	Ultraviolettstrahlung	
V	Volt	
WLAN	Wireless Local Area Network	
ZVEI	Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V.	

# 13

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Netzebenen im Mehrfamiliengebäude, Quelle: Deutsche Telekom	7
Abbildung 2: Glasfasergebäudenetze. Quelle: Deutsche Telekom	8
Abbildung 3: Übersicht Glasfasergebäudenetz („Das Wichtigste in Kürze“). Quelle: Deutsche Telekom	9
Abbildung 4: Netzstrukturen in Mehrfamiliengebäuden. Quelle: Deutsche Telekom	10
Abbildung 5: Beispiel zu Glasfasergebäudenetz für Einfamilienhäuser, Quelle: Deutsche Telekom	11
Abbildung 6: Beispiel zu Glasfasergebäudenetz für Zweifamilienhäuser, Quelle: Deutsche Telekom	11
Abbildung 7: Schematisches Datennetz innerhalb der Wohnung zu einem Sternpunkt. Quelle: Deutsche Telekom	12
Abbildung 8: Flex-Rohr/Wellrohr (z. B. Smart-Net-Rohr der Fränkischen Rohrwerke). Quelle: Fränkische Rohrwerke	13
Abbildung 9: Praxisbeispiele von installierten Mikrorohren (SNRi 7 × 1,5). Quelle: Gabocom und Deutsche Telekom	14
Abbildung 10: Beispiel eines SNRi AD 7 (Wandstärke 1,5 mm) mit Klassifizierungscode und CE-Kennzeichnung, Quelle: Gabocom	15
Abbildung 11: Schematischer Aufbau einer Glasfaser (250 µm ↔ 900 µm). Quelle: Deutsche Telekom	18
Abbildung 12: Schematische Darstellung eines 4-Faser Kabels. Quelle: Corning	18
Abbildung 13: Beispiele zu vorkonfektionierten Steigleitungskabeln mit 900 µm Adern. Quelle: Deutsche Telekom	19
Abbildung 14: Glasfaser-Verbindungskabel mit LC-APC Steckern. Quelle: Corning	19
Abbildung 15: Prinzipdarstellung zur Konfektionierung mit Pigtails. Quelle: Deutsche Telekom	20
Abbildung 16: Beispielhafte Glasfaserspleißkassetten mit Spleißschutzablage. Quelle: Deutsche Telekom	21
Abbildung 17: Auswahl an Glasfasersteckern. Quelle: Deutsche Telekom	22
Abbildung 18: Glasfaserstecker Typ LC-APC (DIN EN 61754-20). Quelle: Deutsche Telekom	23
Abbildung 19: Glasfaserdurchführungskupplung für LC-APC-Stecker (Duplex) mit Staubschutzkappen. Quelle: NYNEX/fiberONE	23
Abbildung 20: Beispiel eines Glasfaser-Abschlusspunktes (Gf-AP). Quelle: Deutsche Glasfaser	24
Abbildung 21: Beispiel eines Glasfaser-Gebäudeverteilers (Gf-GV). Quelle: Deutsche Telekom	25
Abbildung 22: Beispiel einer übersichtlichen Steckerablage im Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV). Quelle: Deutsche Telekom	25
Abbildung 23: 19" Netzwerkschrank mit 42 Höheneinheiten und vertikalem Kabelmanagement System auf der linken Seite als Gf-GV für 108 Wohnungen (je 4 Fasern). Quelle: NYNEX/fiberONE	25
Abbildung 24: Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP). Quelle: Deutsche Telekom	26
Abbildung 25: Aufputz-Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose (Gf-TA). Quelle: Deutsche Glasfaser	26
Abbildung 26: Unterputz-Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose. Quelle: Telegärtner	27
Abbildung 27: Gf-TA für ausschließliche Hutschienenmontage. Quelle: Acome	27
Abbildung 28: Glasfaser-Modem (ONT). Quelle: Deutsche Telekom	27
Abbildung 29: Mögliche Konfiguration von Wandauslässen (TV, Daten und Strom). Quelle: Deutsche Telekom	31
Abbildung 30: Prinzipdarstellung einer Verkabelung in einer Beispielwohnung (Draufsicht). Quelle: Deutsche Telekom	31
Abbildung 31: Beispiel eines beschalteten Multimediateilverters mit Gf-TA und SpeedNet Rohr. Quelle: NYNEX/fiberONE	31

## Mitwirkende

Das Dokument wurde basierend auf dem „Ratgeber zur Installation von Glasfasernetzen in Gebäuden“ der Deutschen Telekom und durch die nachfolgenden Vertreter der genannten Unternehmen und Institutionen im Rahmen des Digital-Gipfels-Prozesses 2020 der Bundesregierung verfasst.

**Mario Zerson (leitender Autor)**  
Deutsche Telekom

**Günter Neumann (leitender Autor)**  
Deutsche Telekom

**Stephan Jay (Leitung)**  
Deutsche Telekom

**Roberto Apicella (Redaktion)**  
Deutsche Glasfaser

**Andreas Hurtz (Redaktion)**  
Deutsche Glasfaser

**Christoph Gerlach (Redaktion)**  
Deutsche Telekom

**Wilfried Lehbruck (Redaktion)**  
Deutsche Glasfaser

**Frederik Kriewitz (Redaktion)**  
NYNEX/fiberONE

**Benjamin Graute**  
Deutsche Glasfaser

**Carsten Engelke**  
ANGA

**Frederik Palmer**  
BREKO

**Solveig Orlowski**  
VATM

**Felix Gartner**  
atene KOM

**Olaf Pauli**  
BMVI

**Paul Dittrich**  
BMVI

**Jürgen Grützner**  
VATM

**Anastasios Sivridis**  
BMVI

**Jan Dombrowski**  
Vodafone

**Franziska Löw**  
ANGA

**Rüdiger Wallmann**  
atene KOM

**Carolin Engel**  
BMVI

**Georg Merdian**  
Vodafone

**Martina Westhues**  
Deutsche Telekom





## Digital Gipfel



Handreichung der Fokusgruppe  
Digitale Netze  
November 2020  
Herausgeber:  
Digital-Gipfel  
Plattform „Digitale Netze und Mobilität“

Alle Dokumente, aber  
auch Erklärfilme, Interviews  
und Videos der Plattform 1 „Digitale  
Netze und Mobilität“ sowie Hintergrund-  
informationen sind auf der Website der  
Plattform zur Verfügung gestellt.

[www.plattform-  
digitale-netze.de](http://www.plattform-<br/>digitale-netze.de)