

Glasfasernetze in Gebäuden & Hinweise zu Wohnungsnetzen

Connecting your world.

Scan mich!

„Die Zukunft kann man am besten voraussagen, wenn man sie selbst gestaltet.“

(Alan Kay)

Impressum

Herausgeber Telekom

Deutsche Telekom AG
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn

Version:	**Stand:**
2027 Rev.9	11.09.2026

Autoren:

Zerson, Mario (Günter Neumann)

Berlin, 11.09.2026

Kurzinformation

Dieses Dokument soll als umfassender Wissensspeicher für Hochschulen, Architekten, Städte, Kommunen, Gemeinden und Bauherren dienen. Es präsentiert eine Vision, wie Glasfasergebäudenetze bei Neubauprojekten und Sanierungsmaßnahmen zukünftig geplant und integriert werden sollten.
Die Bedeutung der Errichtung von Glasfasergebäudenetzen im Bereich der Telekommunikation wächst stetig. Solche Netze sind essenziell, um Glasfaserdienste wie „Fiber to the Home“ (FTTH) bereitzustellen und nutzen zu können.

2.9.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Motivation 9
1.1 Wohngebäude und Gewerbeeinheiten 10
1.2 Einordnung/Referenzbild/Netzebenen 10

2 Anforderungen an Glasfasergebäudenetze 12
2.1 Mehrfamilienhäuser und Gewerbeeinheiten 12
2.2 Mögliche Netzstrukturen in Mehrfamilienhäusern und Gewerbeeinheiten 14
2.3 Ein- und Zweifamilienhäuser 16
2.4 Mögliche Netzstrukturen in der Wohnung 17

3 Kabelführungssysteme 18
3.1 Kabelkanäle 19
3.2 Installationsrohre 19
3.3 Kabelführungswannen/-behälter 19
3.4 Wellrohre / Flex-Rohre – 25 mm 19
3.4.1 Einziehen von Glasfaser-Mikrokabel in Elektroinstallationsrohre 20
3.5 Leerrohrnetze mit Mikrorohren (7 mm x 1,5 mm) zum Einblasen von Kabeln 21
3.5.1 Brandschotte 22
3.5.2 Einblasen von Glasfaser-Mikrokabel in Mikrorohre 26
3.5.3 Vorinstallierte Glasfaserkabel in Mikrorohren 26
3.6 Aktuelle Installationspraxis in Bestandsgebäuden (Metallkanal) 27

4 Die geeignete Glasfaser: Singlemodeglasfaser! 28
4.1 Einordnung und Übersicht 28
4.2 ITU-T G.652.D 29
4.3 ITU-T G.657.A2 29

5 Glasfaserkabel (Innenkabel) 31
5.1 Allgemeines zu den Brandschutzanforderungen 31
5.2 Mögliche Verlegearten der Glasfaserkabel 31
5.2.1 Glasfaserkabel zum Einblasen und Einziehen 32
5.2.2 Glasfaser - Fassadenkabel 33
5.2.3 Glasfaserverbindungskabel (Patchkabel) 33

6 Glasfasermontage 34
6.1 Techniken zum Verbinden und Abschließen von Glasfasern 34
6.1.1 Fusionsspleiß und Fusionsspleißgeräte 34
6.1.2 Mechanische Spleißverbindung (mechanischer Spleiß) 35

6.1.3 Schutz der Spleißstelle: Variante Krimpspleißschutz 36
6.1.4 Schutz der Spleißstelle: Variante Schrumpfspleißschutz 36
6.2 Glasfaserspleißkassetten und Spleißschutzablagen 37

7 Der Glasfaserstecker ➔ LC - APC 38
7.1 LC-APC-Stecker 38
7.1.1 Fusions-Spleiß-Stecker (LC-APC) 39
7.1.2 Mechanischer Spleiß-Stecker (LC-APC) 40

8 Komponenten für Glasfasergebäudenetze 41
8.1 Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP) 41
8.2 Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) 41
8.3 Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP) / Glasfaser-Etagenverteiler (Gf-EV) 43
8.3.1 „Plug and Play"- Gebäudenetz: Stecken statt Spleißen (spleißlose NE4) 43
8.4 Glasfaser-Teilnehmerabschlussdose (Gf-TA) 44
8.4.1 „Umverlegung" der Gf-TA innerhalb der Wohnung ➔ „KVB" 46
8.4.2 3 „smarte" Lösungen zur Selbstinstallation innerhalb der Wohnung 46
8.5 Glasfasermodem / ONT 50

9 Kontrollieren, Prüfen und Messen in der Netzebene 4 51
9.1 Sichtkontrolle (in der Bau- und Installationsphase) 52
9.2 Rotlichtprüfung 53
9.3 Leitungsprüfung 53
9.4 Dämpfungsmessung (Pegelsender und Pegelmesser) 55
9.5 OTDR-Messung 57
9.6 Protokollierung der NE4 59

10 Das Wohnungsnetz 60
10.1 Einführung und Planungshinweise 60
10.2 Multimediaverteiler mit Router 62
10.3 Multimediaverteiler mit ausgelagertem Router 63
10.4 Wie schnell ist mein eigenes Netz? 64
10.5 Das Glasfaser-Wohnungsnetz 65

11 Firmen und Links (Auswahl) 68

12 Gesetze, Normen und Broschüren 70

13 Abkürzungsverzeichnis/Glossar 72

14 Abbildungsverzeichnis 74

Platz für persönliche Notizen



Kurzübersicht der Hauptkapitel

1. Einleitung und Motivation



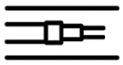
Das Kapitel betont die wachsende Bedeutung von Glasfasergebäudenetzen zur Bereitstellung moderner Breit-banddienste (FTTH) und gibt einen Überblick über Netzebenen und zentrale Komponenten. Es empfiehlt eine frühzeitige Integration von Glasfaserinfrastruktur bei Neubau und Sanierung, da spätere Nachrüstungen kostenintensiver sind.

2. Anforderungen an Glasfasergebäudenetze



Für Mehrfamilienhäuser und Gewerbeeinheiten werden je Wohneinheit mindestens zwei, für gewerbliche Anschlüsse mindestens vier Glasfasern empfohlen. Es wird auf die Bedeutung von Singlemode-Fasern und der Einhaltung bestimmter Dämpfungswerte hingewiesen, damit eine zukunftsfähige, stabile Anbindung gewährleistet ist. Verschiedene Netzstrukturvarianten für Gebäude werden beschrieben.

3. Kabelführungssysteme



Verschiedene Möglichkeiten für die Verlegung von Glasfaserkabeln werden vorgestellt, darunter Kabelkanäle, Installations- und Flexrohre sowie Leerrohrsysteme mit Mikrorohren zum Einblasen von Kabeln. Neubauten sollten frühzeitig mit geeigneten Rohren ausgestattet werden, während bei Bestandsbauten Metallkanäle häufig die einzige Option sind. Brandschutzanforderungen und baurechtliche Vorgaben sind bei der Auswahl stets zu beachten.

4. Die geeignete Glasfaser: Singlemodeglasfaser!



Im Gebäudebereich kommen ausschließlich Einmodenglasfasern (Singlemode, ITU-T G.652.D bzw. biegeunempfindliche G.657.A2) zum Einsatz, um Kompatibilität und geringe Dämpfung sicherzustellen. Die Wahl der richtigen Faser erhöht Störsicherheit und Zukunfts-fähigkeit.

5. Glasfaserkabel (Innenkabel)



Dieses Kapitel erläutert die Typen von Glasfaserkabeln für den Innenbereich und deren spezielle Brand-schutzanforderungen. Unterschiedliche Kabeltypen sind je nach Verlege-methode (Einziehen, Einblasen, Fassadenmontage) einzusetzen.

6. Glasfasermontage



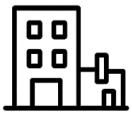
Verschiedene Methoden zum Spleißen und Abschließen von Glasfasern werden erläutert: Fusionsspleiß ist Standard, Mechanischer Spleiß eine Reparaturalternative. Die Spleißstellen sind mit speziellen Schutzmechanismen (Krimpspleiß- oder Schrumpfspleißschutz) zu sichern. Spleißkassetten sorgen für geordnete und geschützte Ablage im Verteiler.

7. Der Glasfaserstecker – LC-APC



Als Standard sind LC-APC-Stecker mit einem 8°-Winkelschliff für hohe Rückflussdämpfung und geringe Einfügedämpfung zu verwenden. Unterschiedliche Varianten (Fusions- und mechanische Steckerspleiße) ermöglichen flexible Installation, Kompatibilität und Zukunftssicherheit. Die fachgerechte Montage sichern die Qualität.

8. Komponenten für Glasfasergebäudenetze



Wichtige Komponenten wie Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP), Gebäudeverteiler (Gf-GV), Sammelpunkte (Etagen-verteiler) und Teilnehmerabschlussdosen (Gf-TA) werden vorgestellt. Die richtige Platzierung, Beschriftung und Verkabelung erleichtern spätere Erweiterungen oder Fehlerbehebungen. Im Wohnbereich sind zudem Steckdosen für ONT/Router zu berücksichtigen. Verschiedene Lösungen für flexible Leitungsführung in der Wohnung werden aufgezeigt.

9. Kontrollieren, Prüfen und Messen in der Netzebene 4



Hier werden einige Kontroll- und Meßthemen beschrieben, um die Qualität der Installationen sicherzustellen. Die geforderten Dämpfungswerte können so gemessen werden. Fehler sind vor der Abnahme zu beheben und alle Messungen in einem Protokoll zu dokumentieren

10. Das Wohnungsnetz



Die Verteilung des Netzwerksignals innerhalb der Wohnung erfolgt sternförmig zu allen Räumen mittels strukturierter Kupferverkabelung oder einzelnen Glasfaserlinks. Optimal ergänzt wird das Netz durch ausreichend Steckdosen an jedem Anschluss. Die Planung sollte individuelle Nutzung, Möblierung und WLAN-Bedarf/Ausleuchtung berücksichtigen (Wohnungsgrundriss ➔ Papierplanung). Verschiedene Installationsvarianten (z.B. Multimediaverteiler mit/ohne ausgelagertem Router) bieten Flexibilität und zukunftssichere Erweiterungsmöglichkeiten.

1 Einleitung und Motivation

Im Rahmen der Digitalisierung und des ständig steigenden Bandbreitenbedarfs erschließt die Deutsche Telekom immer mehr Gebiete mit Glasfasernetzen. Hierzu zählen Neubaugebiete, Gewerbegebiete und Bestandsgebiete. Mit FTTH – Fiber to the Home – geht das Glasfasernetz nicht nur bis zum Verteilerkasten in der Straße, sondern direkt bis in das Gebäude/die Wohnungen, so dass ein entsprechend kompatibles Gebäudenetz erforderlich ist.



Aus diesem Grund wird es immer wichtiger, dass Gebäude frühzeitig mit einer Glasfaserinfrastruktur ausgestattet werden. Infrastrukturmaßnahmen in Gebäuden, insbesondere die Kabelverlegung, benötigen Zeit und Geld, haben aber im Gegenzug auch eine sehr lange Nutzungsdauer. Auch wenn die Zugangsnetze (Kabel im öffentlichen Grund) noch nicht unmittelbar in der Realisierung sind, sollten die Glasfasernetze in den Gebäuden bereits heute installiert werden. Bei Neubauten und anstehenden Sanierungsmaßnahmen lassen sich neue Kabel und Rohre viel kostengünstiger verlegen, als nachträgliche erneute Baumaßnahmen anzustoßen. Die gesetzliche Regelung dazu ist im Telekommunikationsgesetz (TKG) verankert.

Grundsätzlich sollten bei der Planung und beim Bau von Telekommunikationseinrichtungen in Gebäuden die Empfehlungen der DIN VDE 18015 ff „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“, soweit zutreffend, beachtet werden.

Der Inhalt des Dokuments zeigt ein vom Netzbetreiber unabhängiges Zielbild auf. Werden die beschriebenen Grundanforderungen eingehalten, ist eine schnelle und unkomplizierte Anschaltung der Netzebene 3 (NE3) des (Glasfaser-)Netzbetreibers an das Gebäudenetz und die Anschaltung und Inbetriebnahme eines Glasfasermodems in der Wohnung möglich.

Die nachfolgenden Ausführungen sind als Empfehlung aus Sicht eines Netzbetreibers für die Realisierung eines Glasfasergebäudenetzes zu sehen. Außerdem soll dieses Dokument zum einen eine Planungshilfe und zum anderen eine Baudurchführungshilfe für die Erstellung von Glasfasergebäudenetzen für den Telekommunikationsbereich sein, um künftige Breitbanddienste über Glasfaseranbindung (z. B. FTTH mit 1.000 Mbit/s = 1 Gbit/s) nutzen zu können.

Im Dokument wird darauf eingegangen, wie Glasfasergebäudenetze bei Neubauvorhaben und Rekonstruktionsmaßnahmen zukünftig zu planen und möglichst frühzeitig einzubauen sind. Hierbei werden weitestgehend die Vorgaben der nationalen und internationalen Normen beachtet. Der Schwerpunkt des Dokuments liegt bei der Netzebene 4 (NE4), d. h. vom Gebäudeverteiler (Gf-GV) bis zur Glasfaserdose (Gf-TA) in der Wohnung werden Informationen detailliert bereitgestellt. Zusätzlich wird aber auch auf die Bauweise zur Verteilung der Dienste innerhalb der Wohnung - der sogenannten Netzebene 5 (NE5) - eingegangen.

Netzebene 4
...oder wie bekommt man eine Glasfaser vom Keller in die Wohnung?

Ein Gf-Kabel mit Singelmodeglasfasern wird z.B. direkte (ohne weitere Schaltstellen) vom Keller (Gf-GV) bis in die Wohnung (Gf-TA) verlegt. An den Enden wird ein Glasfaserstecker LC-APC angespleißt.

Das Netz in der Wohnung
...oder wie kommt das Signal zu meinem Computer oder TV ?

Das Wohnungsnetz soll als Sternnetz konzipiert werden und gigabit-fähig sein. Sehen sie in den Räumen Duplex Dosen vor und führen sie alle Kabel auf ein zentrales Patchfeld in Nähe des Gf-Modems.

Ansprechpartner
...oder wen kann ich mal zu meinen Herausforderungen fragen ?

Beim Bauherren-Service der Telekom (0800 33 01903) wird ihnen gern weitergeholfen.

Abbildung 1: Schwerpunkte dieses Ratgebers (Quelle: DT)

1.1 Wohngebäude und Gewerbeeinheiten

Für **Wohneinheiten** in Wohngebäuden wird empfohlen jede Wohneinheit mit mindestens **zwei Glasfasern** zu versorgen. Wird vom Netzbetreiber (z. B. Deutsche Telekom) ein „PON-System“ zur Diensteversorgung eingesetzt, reicht eine Glasfaser je Kundenanschluss für den Betrieb aus.
Wird von einem Netzbetreiber die Diensteversorgung über ein anderes Übertragungssystem bereitgestellt (sog. „Punkt zu Punkt - Systeme“) werden i. d. R. 2 Glasfasern je Kundenanschluss benötigt.
Außerdem könnten für separate Dienste (z. B. Business-Anschluss; Home-Office, ...), Systemwechselfasern oder Reservefasern weitere Glasfasern erfordern. Wird ein Gf-Kabel mit 4 Glasfasern je Wohneinheit vorgesehen, könnten auch diese weiteren Bedarfe sicher abgedeckt werden.

Gewerbeeinheiten können in separaten Gewerbegebäuden aber auch in Wohnmischgebäuden untergebracht sein. In den Gewerbeeinheiten können Privatkundenanschlüsse und oder Geschäftskundenanschlüsse gefordert 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. Um die Flexibilität zu erhöhen, eignen sich hier besonders Mikrorohre, denn dann kann die endgültige Faserzahl entweder recht kurzfristig eingeblasen werden oder man tauscht das eingeblasene Glasfaserkabel gegen ein Anderes mit mehr Fasern aus.
Geschäftskunden, wie z.B. Bankfilialen werden nicht über Stecker des Glasfaserabschlusspunkes (Gf-AP) und PON-System versorgt. Entweder werden hier freie Faser zum Gf-AP genutzt und diese direkt angespleißt oder es wird dafür ein separater Gf-AP installiert.

1.2 Einordnung/Referenzbild/Netzebenen

In der Telekommunikation unterscheidet man verschiedene Netzabschnitte oder Netzebenen (NE). Das in diesem Dokument beschriebene **Gebäudenetz (NE 4)** ist der Netzabschnitt zwischen Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) und Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose (Gf-TA) bzw. Optical Network Termination (ONT) in der Wohnung.

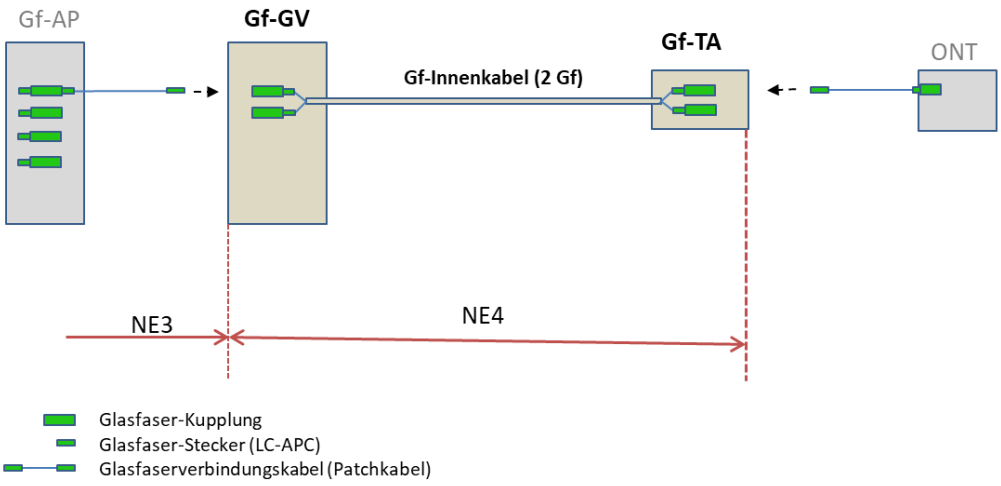


Abbildung 2: Darstellung der Netzebenen des Glasfasernetzes (Quelle: DT)

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).

Das **Wohnungsnetz (NE 5)** ist das Kommunikationsnetz innerhalb der Wohnung. Es beginnt an einem zentralen Verteilpunkt in der Wohnung (z .B. Multimediaverteiler) und geht zu den einzelnen Räumen, Wanddosen bzw. Endgeräten wie PC, Set-Top-Box und Fernsehapparat.

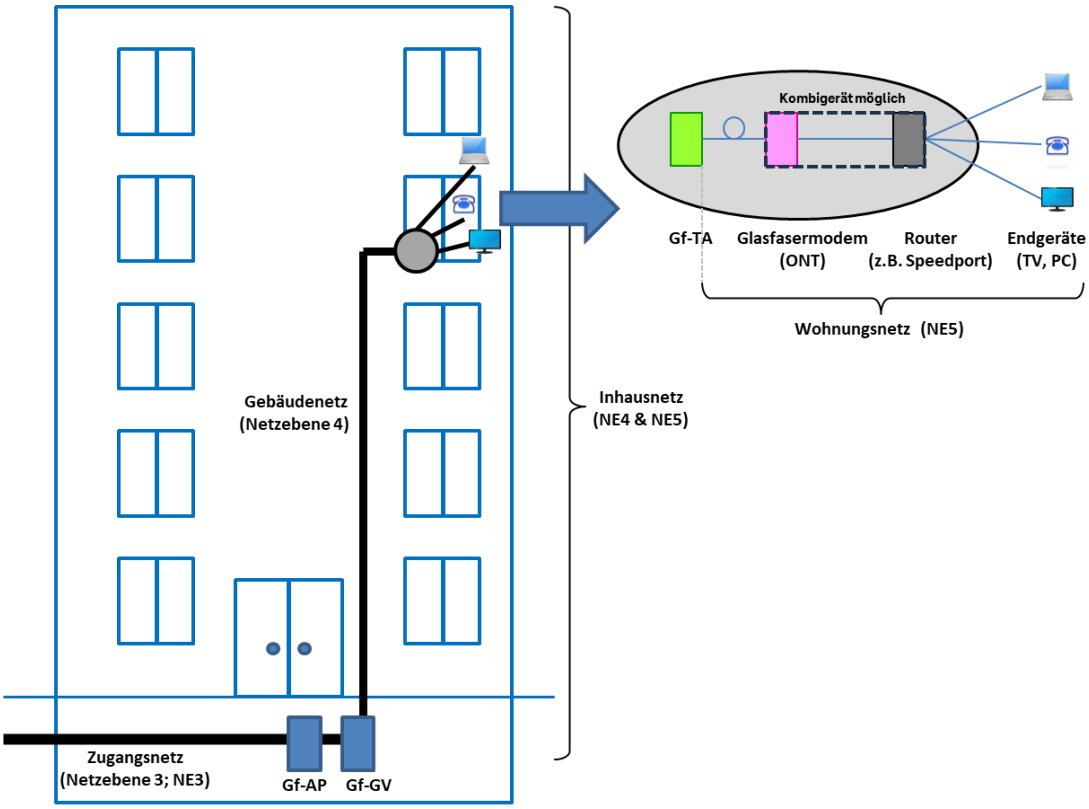


Abbildung 3: Netzebenen im Mehrfamiliengebäude (Quelle: DT)

Zwischen Gf-TA und Wohnungsnetz befindet sich das Gerät zum Abschluss des optischen Zugangsnetzsystems – das Glasfasermodem (auch ONT - Optical Network Termination). Im ONT wird das optische Signal in ein elektrisches Signal umgewandelt. Das ONT ist entweder im Router integriert oder ein separates Gerät, welches einem Router (z. B. Speedport, Fritzbox, usw.) die Signale zuführt. Der Router wiederum verteilt das Eingangssignal auf verschiedene Ausgangsports bzw. auf das Wohnungsnetz, welches als strukturierte Verkabelung (Sternverkabelung zu den einzelnen Räumen) ausgelegt sein sollte.

2 Anforderungen an Glasfasergebäudenetze

2.1 Mehrfamilienhäuser und Gewerbeeinheiten

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

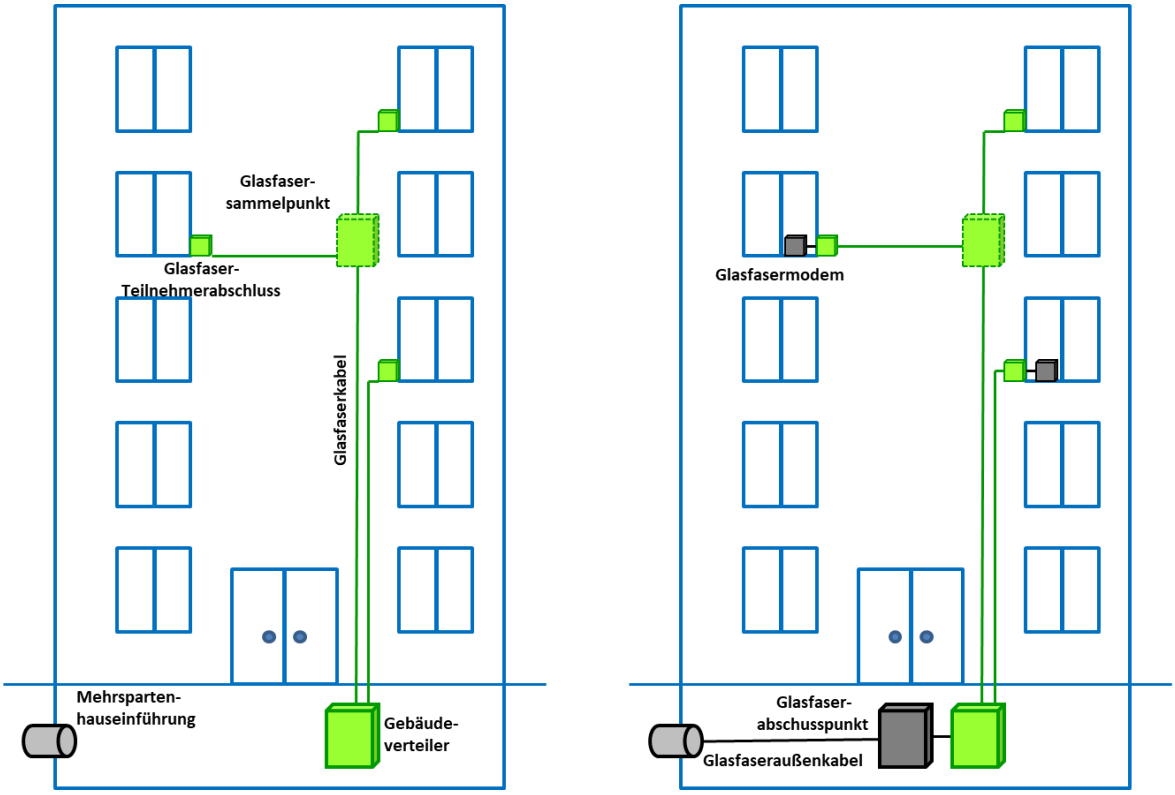


Abbildung 4: Glasfasergebäudenetze; grün=Gebäudenetz (Quelle: DT)

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 dem FTTH-Netz der DTAG und anderer Netzbetreiber zusammenspielen.

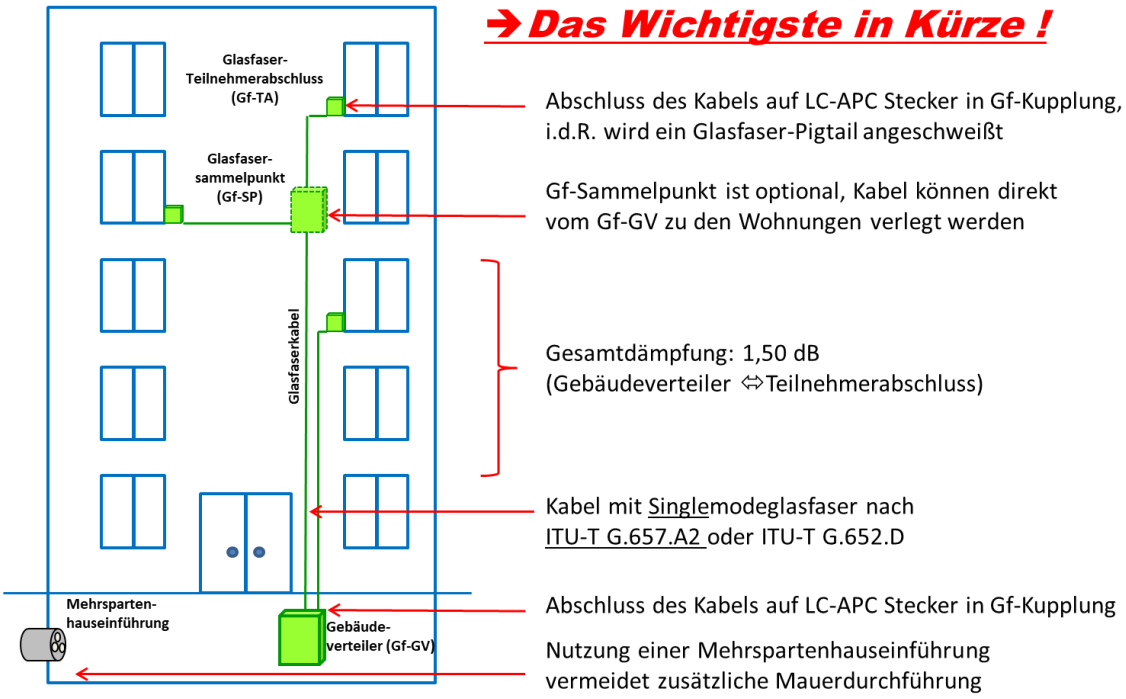


Abbildung 5: Übersicht Glasfasergebäudenetz – „Das Wichtigste in Kürze“ (Quelle: DT)

In der Wohnung wird eine Glasfaser-Teilnehmerabschlussdose installiert. In dieser wird das Glasfaserkabel auf einem LC-APC Stecker abgeschlossen. An diese Dose wird später mit einem kurzen Glasfaser-Verbindungskabel das ONT (auch Glasfasermodem) angeschlossen. Das 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 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-Gebäudenetz 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 Gf-Kabel mit mindestens zwei Glasfasern je Wohneinheit gebaut werden. Werden Wohneinheiten für geschäftliche Zwecke genutzt, sollten vier Glasfasern für diese Wohn-/Gewerbeeinheit 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-Gebäudeverteiler 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 Kabelende im Keller 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.

2.2 Mögliche Netzstrukturen in Mehrfamilienhäusern und Gewerbeeinheiten

Im Folgenden werden verschiedene Netzstrukturen aufgezeigt, um alle Wohnungen und Gewerbeeinheiten des Gebäudes mit den Glasfasern anzuschließen. Um möglichst kostenoptimal auszubauen, müssen immer die örtlichen Gegebenheiten beachtet werden (Steigebereiche, Flure, etc.).

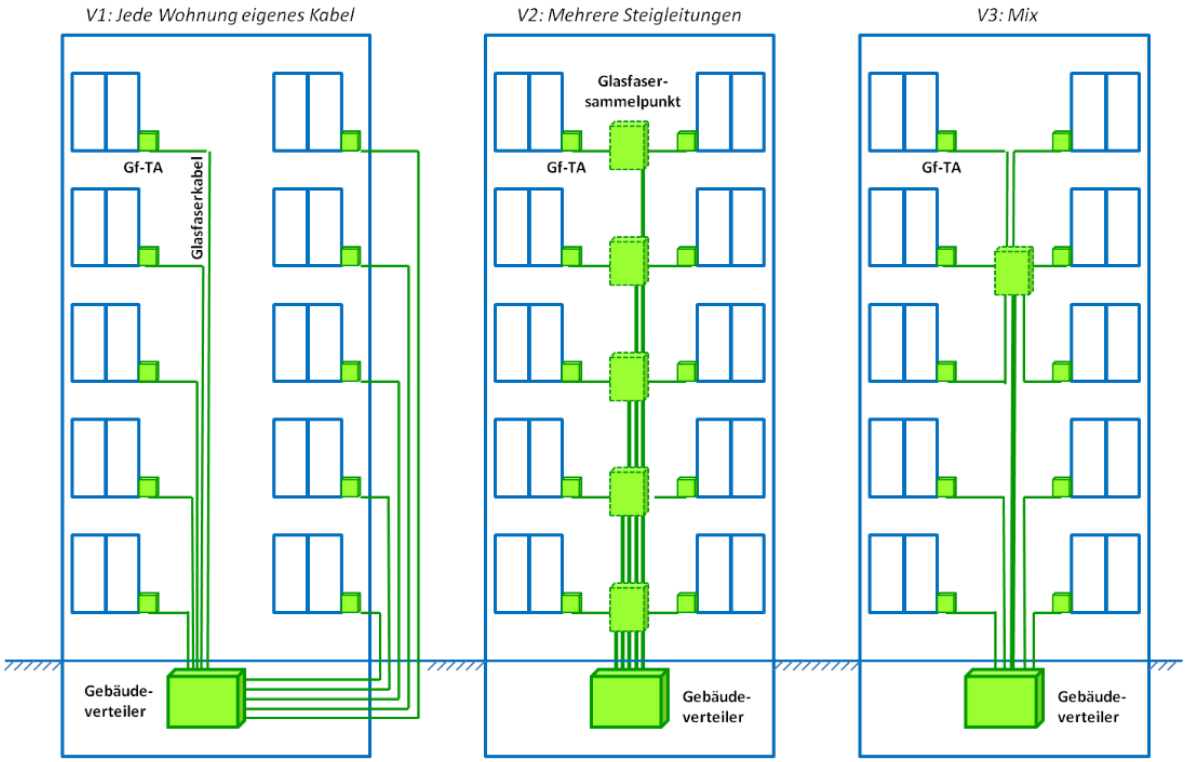


Abbildung 6: Netzstrukturen in Mehrfamiliengebäuden (Quelle: DT)

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 werde z. B. direkt mit einem Kabel angeschlossen, die oberen Wohnungen werden über einen Sammelpunkt geführt.

V1: Zwischen Gf-GV und Gf-TA wird ein Kabel direkt verlegt. 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 Verbindungsstellen in der NE4 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.

V2: In der Variante 2 kommen Glasfasersammelpunkte (Gf-SP) oder auch Glasfaser-Etagenverteilern (Gf-GV), zum Einsatz. Jeder Sammelpunkt erhält ein eigenes Steigleitungskabel. Im Gf-Sammelpunkt werden die Glasfaserkabel zu den Wohnungen angespleißt oder gesteckt. 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 V1.

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

V3: In dieser (Mix-)Variante werden einige Wohnungen direkt vom Gf-Gebäudeverteiler versorgt, andere Wohnungen werden über Gf-Sammelpunkte angeschlossen.

2.3 Ein- und Zweifamilienhäuser

In Ein- und Zweifamilienhäusern ist es immer sinnvoll als Minimalleistung den Leitungsweg von der Wohnung (Multimediaverteiler/Gf-TA) bis zum Glasfaserabschlusspunkt, in der Regel im Keller oder 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. Hauswirtschaftsraum oder 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 Einmoden-Glasfaserkabeltyp zu verwenden (siehe Kapitel 4).
In EFH und ZFH ist es nicht zwingend erforderlich einen Glasfasergebäudeverteiler (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. 2m) am Ort des Gf-AP vorhanden ist. Ist vom Hausbesitzer vorgesehen, dass der Gf-AP 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.

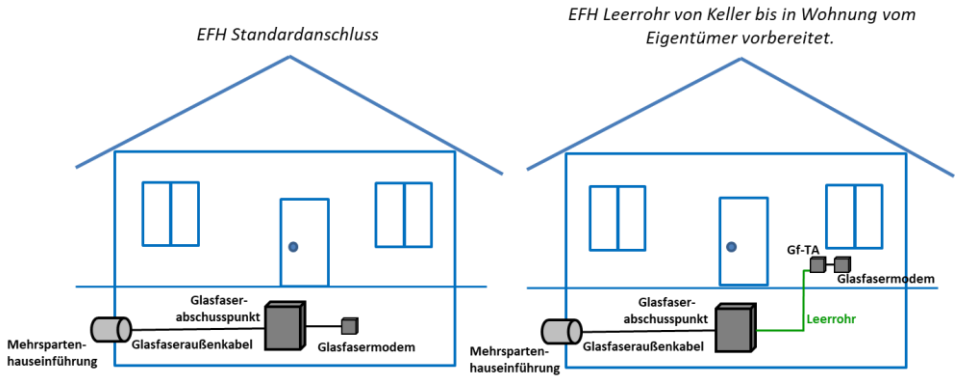


Abbildung 7: Beispiel eines Glasfasergebäudenetzes für EFH (Quelle: DT)

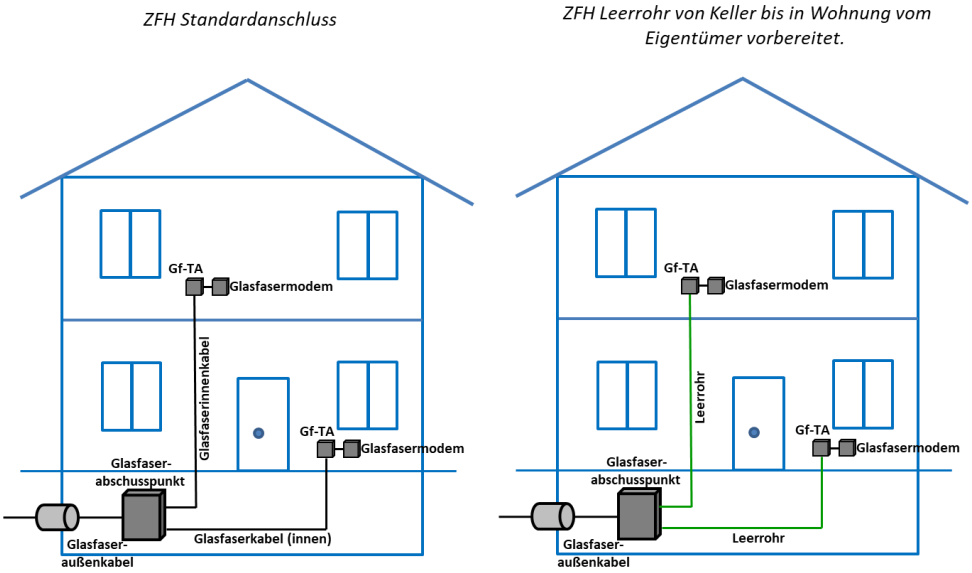


Abbildung 8: Beispiel eines Glasfasergebäudenetzes für ZFH (Quelle: DT)

2.4 Mögliche Netzstrukturen in der Wohnung

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 **zwei** RJ45 Buchsen – damit ist auch immer sichergestellt, einen Hin- und Rückweg zu schalten bzw. eine zusätzliche WLAN-(Mesh-)Antenne zu installieren, um bestimmte Bereiche der Wohnung besser „auszuleuchten“. **Bei der Planung ist darauf zu achten, dass in der Nähe der Netzwerkdosen auch „ausreichend“ 230 V-Steckdosen installiert werden!**
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.

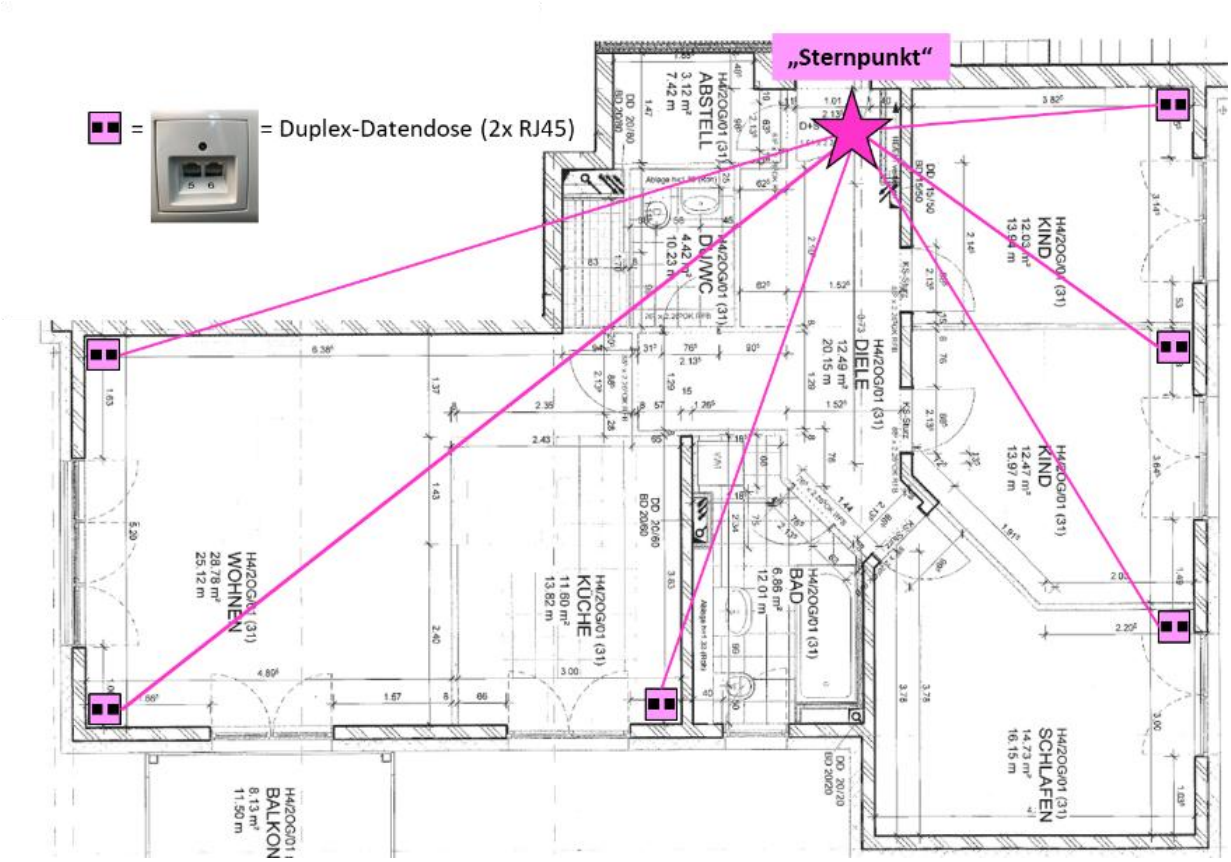


Abbildung 9: Schematisches Datennetz innerhalb der Wohnung zu einem Sternpunkt (Quelle: DT)

3 Kabelführungssysteme

➔ Beim Neubau nicht das Glasfaserkabel, sondern zuerst den dauerhaften Glasfaser-Leitungsweg planen."

Das ist die wichtigste Aussage des Kapitels: Kabel und Übertragungstechnik können sich über die Lebensdauer eines Gebäudes ändern. Ein gut geplantes, durchgängiges und revisionierbares Rohrsystem bleibt dagegen über Jahrzehnte nutzbar. **Im Neubau sollte immer eine Rohrinfrastruktur vorgesehen werden**, damit Glasfaserkabel später eingezogen, eingeblasen, ausgetauscht oder ergänzt werden können.
Mit den voranschreitenden technologischen Entwicklungen und der steigenden Nachfrage nach einer beschleunigten, kosteneffizienten Netzmontage vollzieht sich jedoch aktuell ein Paradigmenwechsel in den aktuellen Bauweisen und Verlegestandards.

Hinweis: Der Trend zu vorkonfektionierten Lösungen erfordert größere Rohrinnendurchmesser und rückt bewährte Wellrohrsysteme wieder verstärkt in den Fokus moderner Netzinfrastruktur.

Um Montagezeiten vor Ort signifikant zu reduzieren und Installationsfehler zu minimieren, setzt die Branche zunehmend auf vorkonfektionierte Glasfaserlösungen. Da bei diesen Systemen die Steckverbinder bereits werkseitig an den Glasfaserkabeln montiert sind, steigen die Anforderungen an die zu nutzenden Infrastrukturen: Ein reibungsloses Nachziehen oder Durchführen erfordert größere Rohrinnendurchmesser sowie einen optimalen Schutz der empfindlichen Steckerkoppler vor mechanischen Belastungen und Biegeradien. Vor diesem Hintergrund rückt die Verlegung mittels flexibler Wellrohre wieder verstärkt in den Mittelpunkt der Betrachtung. Wellrohre bieten durch ihren größeren Nutzdurchschnitt, ihre hohe Biegewechselfestigkeit und ihren hervorragenden Schutz einen entscheidenden Vorteil bei der Aufnahme vorkonfektionierter Kabelstrecken. Das folgende Kapitel beleuchtet die verschiedenen Kabelführungssysteme vor dem Hintergrund dieser veränderten Anforderungen und beschreibt die optimale Integration von Wellrohrlösungen in zukunftssichere Glasfaser-Gebäudeinfrastrukturen.

An dieser Stelle sollen einige Möglichkeiten zu den Kabelführungssystemen aufgezeigt werden. Auf gesetzliche und normative Hintergründe wird in Kapitel 12 eingegangen.

Eine Kabelführungs- bzw. Rohranlage 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 sollten vorrangig ausreichend dimensionierte klassische Leerrohre, insbesondere Wellrohre oder Flex-Rohre, vorgesehen werden, in die Glasfaser-Innenkabel später mit üblichen Einziehhilfen eingebracht werden können. SpeedNetRohre für innen (SNRi) bzw. Mikrorohre sind nur objektbezogen und mit besonderer technischer sowie betrieblicher Abwägung zu betrachten, da das spätere Einbringen der Kabel Einblastechnik und passendes Spezial-Equipment erfordert.
Bei Bestandsgebäuden, in denen keine Leerrohrsysteme verbaut wurden, bleibt oft nur die Möglichkeit mit (Metall-) Kabelkanälen zu arbeiten oder es gelingt, einen Versorgungsweg auf der Außenwand bzw. Gebäudefassade mit Fassadenkabel zu realisieren.
Für den Einsatz der Kabelführungssysteme müssen die Vorgaben und Anforderungen der Bauproduktenverordnung und der jeweiligen Landesbauordnungen beachtet werden.

3.1 Kabelkanäle

Am Markt sind Kabelkanäle aus Kunststoff und aus Metall erhältlich. Kabelkanäle werden überwiegend zum nachträglichen, geordneten Einbringen von Kabeln in Gebäuden und Räumen benutzt.
Hinweis: In notwendigen Fluren und notwendigen Treppenhäusern (d. h. primäre Fluchtwege (Treppen in mehrstöckigen Wohngebäuden) sind nur nicht-brennbare Kabelführungssysteme zulässig (z. B. Metallkabelkanäle)!

3.2 Installationsrohre

Installationsrohre dienen zur einfachen Befestigung und Führung von Kabeln an Decken und Wänden.
Hinweis: Installationsrohre aus PVC sind in Fluren bzw. notwendigen Fluren sowie Treppen bzw. notwendigen Treppen (wenn einziger Fluchtweg) nicht zugelassen!

3.3 Kabelführungswannen/-behälter

Kabelführungswannen werden häufig in großen Gebäuden in Untergeschossen und Versorgungsräumen an Decken installiert, um möglichst viele Kabel in den verschiedenen Versorgungsrichtungen führen zu können. Werden die Gf-Kabel in Kabelführungswannen verlegt, ist darauf zu achten, dass Gf-Kabel mit erhöhten Brandschutzeigenschaften (wie z. B. $B2_{CA}$) einzusetzen und die maximal zulässigen Biegeradien der Gf-Kabel einzuhalten sind.
Hinweis: Kabelführungswannen/ -behälter sollten nur innerhalb eines Brandabschnittes gebaut werden.

3.4 Wellrohre / Flex-Rohre – 25 mm

Zur Vorbereitung der Verlegung von Glasfaserkabeln in Gebäudenetzen sind klassische Elektroinstallationsrohre (Wellrohre/Flex-Rohre) mit ausreichendem Querschnitt die bevorzugte und besonders praxisnahe Lösung. Sie sind dem Elektrohandwerk vertraut, können in Neubau, Sanierung und Modernisierung frühzeitig mitgeplant werden und ermöglichen später ein einfaches Einziehen geeigneter Glasfaser-Innenkabel. In einem solchen Rohrnetz bleiben Kabel und Leitungen auswechselbar und sind zugleich gegen Beschädigung geschützt. Dies erleichtert Änderungen, Erweiterungen, Entstörungen und spätere technische Weiterentwicklungen des Gebäudenetzes.
Diese Rohre werden unter Putz verlegt. Wegen brandschutzrechtlicher Anforderungen müssen Rohrnetze in Fluren und / oder Treppenhäusern unter Putz verlegt und z. B. mit 15 mm dickem mineralischem Putz überdeckt sein.
Für die Verlegung im Gebäude sollten Rohre mit einem Außendurchmesser von mindestens 25 mm vom Gf-Gebäudeverteiler bis zu jeder Gf-TA (zu jeder Wohnung) eingesetzt werden.
Elektrofachbetriebe beraten Bauherrinnen und Bauherren, Eigentümerinnen und Eigentümer sowie die Wohnungswirtschaft, wenn Leitungswege bei Neubau, Sanierung oder Modernisierung noch mit überschaubarem Aufwand berücksichtigt werden können. Dieser Planungshinweis wurde deshalb konzernseitig auch in die Breite getragen: Die Landesinnungen des Elektro- und Informationstechnikhandwerks im Bund wurden über den Nutzen geeigneter, nutzbarer und freigängiger Leerrohre informiert und gebeten, diesen Hinweis in die Kommunikation mit ihren Mitgliedsbetrieben aufzunehmen.

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 eigenen sich besonders gut hierfür. Alternativ hierzu gibt es Flex-Rohre in denen sich ein Kabeleinzugsdraht befindet. Diese erleichtern das spätere Einziehen von Gf-Innenkabeln.



Abbildung 10: Flex-Rohr/Wellrohr; z. B. Smart-Net-Rohr (Quelle: Fa. Fränkische Rohrwerke)

3.4.1 Einziehen von Glasfaser-Mikrokabel in Elektroinstallationsrohre

In ein bestehendes Leerrohrnetz können Gf-Kabel mit geringem Aufwand eingezogen werden. Hierzu eignen sich Einziehhilfen mit einem Glasfaserkern und Polypropylen-Mantel, da sie über eine hohe Schubstabilität für Strecken bis 50 m, sowie eine ausreichende Flexibilität für enge Biegeradien verfügen. Vor dem Einschieben der Einziehhilfe wird ein wenig Kabelgleitmittel auf den Führungskopf aufgetragen. Das Kabelgleitmittel verteilt sich während des Einschiebevorgangs bereits an der Innenwand des Leerrohres und reduziert somit die Reibung zwischen dem Gf-Kabel und dem Schutzrohr beim späteren Kabelzug. Es ist dringend davon abzuraten, anderes als ausgewiesenes Kabelgleitmittel zu benutzen, da bei Verwendung alternativer Schmiermittel (Spülmittel, Fett, Öl, o.ä.) unerwünschte Rückstände im Leerrohr verbleiben, den Mantel des Gf-Kabels angreifen, oder aber nach Austrocknung die Kabel durch Verharzen regelrecht verkleben können.
Ist die Einziehhilfe bis zum Ende des Installationsrohrs durchgeschoben worden, kann das Gf-Kabel mit Hilfe eines Kabelziehstrumpfs oder einem Zugkopf eingezogen werden. Beim Einziehen ist das Gf-Kabel wieder leicht mit Kabelgleitmittel zu benetzen, um hohe Zugkräfte durch übermäßige Reibung zu verhindern.

Beim Einziehen von Gf-Kabel in ***belegte Leerrohre*** kommen kleinere Einziehhilfen mit geringerem Band-Durchmesser zum Einsatz. Sie sind nicht mit einem zusätzlichen Schutzmantel ausgestattet, verfügen aber über eine spezielle Führung, die ein Gleiten auf dem bereits installierten Kabel ermöglicht. Bei diesem Verfahren sind Streckenlängen von bis zu 35 m erreichbar. Die Reibung während des Kabelzugs muss auch hier durch Kabelgleitmittel verringert werden, insbesondere, wenn es sich um lange Strecken mit vielen engen Bögen handelt.



Abbildung 11: Auftragen von Kabelgleitmittel und Einziehgerät für belegte Leerrohre (Quelle: Fa. KATIMEX®)

3.5 Leerrohrnetze mit Mikrorohren (7 mm x 1,5 mm) zum Einblasen von Kabeln

Zu den bisher vorgestellten Kabelkanal- und Rohr-Anlagen kann alternativ auch eine Leerrohrtechnologie mit Mikrorohren (oder auch Speed-Net-Rohre / Speedpipes genannt, SNRi-Speednetrohr innen) eingesetzt werden. Mikrorohre können eingesetzt werden, sind jedoch für den allgemeinen FTTH-Innenausbau in Gebäuden nur mit besonderer Abwägung zu betrachten. Es ermöglicht eine weitgehende Entkopplung von Rohbau und Glasfasermontage und lässt die tatsächliche Faserbelegung lange bzw. bis zur Kabelinstallation offen.
Aus Sicht der Deutschen Telekom Technik GmbH soll aktuell die Planung in Gebäuden vorrangig auf nutzbare klassische Leerrohre wie Wellrohre/Flex-Rohre ausgerichtet werden (siehe Kapitel 3.4).
Der Einsatz von Mikrorohren kann in Einzelfällen sinnvoll sein, beispielsweise bei sehr beengten Platzverhältnissen oder besonderen Objektanforderungen.

Im folgenden Bild ein direkter Größenvergleiche beider Rohrtypen.

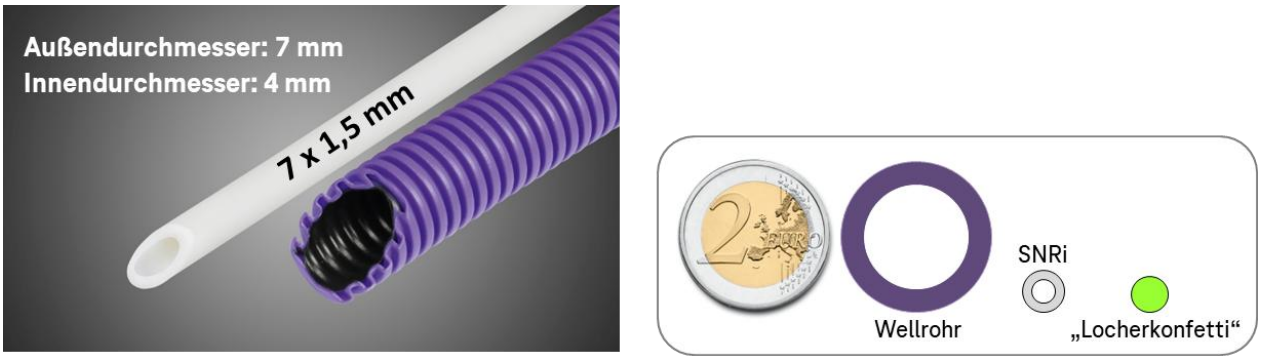


Abbildung 12: Flex-Rohr/Wellrohr und Mikrorohr im Vergleich (Quelle: Fa. Fränkische Rohrwerke, DT)

Alle installierten Mikrorohre sollten an zentrale Stellen der einzelnen Wohnungen eines Gebäudes gehen und möglichst an einem zentralen Ort im Keller oder Hausanschlussraum enden, um den späteren Einblasvorgang effizient zu gestalten.
Bei Mikrorohren ist zu beachten, dass Rohrdurchmesser und Glasfaser-Innenkabel zueinander passen müssen. Sind SNRi-Durchmesser und Gf-Kabeldurchmesser optimal aufeinander abgestimmt, können gute Einblasergebnisse erzielt werden. Die SNRi werden i. d. R. mit der Nomenklatur Außendurchmesser x Wandstärke benannt (z.B. SNRi 7x1,5). Diese haben einen Außendurchmesser von 7 mm, eine Wandstärke von 1,5 mm und somit einen nutzbaren Innendurchmesser von 4 mm.

Für das Einbringen von Kabeln in Mikrorohre werden Einblasgeräte und dafür passende Kompressoren benötigt.
Praxisversuche haben gezeigt, dass das Einblasen mit entsprechendem Equipment über eine Länge von 150 m problemlos möglich ist. Ein Einschieben 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 von Mikrorohren 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.
In einem großen Hochhauskomplex in Berlin („Max & Moritz“) wurden Mikrorohre eingebaut und anschließend Mikrokabel in die ca. 200 Wohnungen eingeblasen. Diese Bauweise hat hier erneut problemlos funktioniert. Nach Planung und Installation der Mikrorohre durch den bauseitigen Elektriker wurden die Kabel durch die Deutsche Telekom eingejettet.
Einige Vorteile waren:

- Zeitliche Absprachen zwischen Bauherr und Telekom wurden auf ein Minimum reduziert
- Brandschotte konnten unabhängig von der Kabelinstallation geschlossen werden
- Anzahl der Glasfasern konnten bis kurz vor der Installation flexibel angepaßt werden
- Rohrsystem ist revisionierbar, d. h. auch später können einfach Änderungen gemacht werden.



Abbildung 13: Mikrorohrinstallation in einem Neubauhochhaus mit 25 Etagen (Quelle: DT)

3.5.1 Brandschotte

Die Durchführung von SNRi bzw. Mikrorohren durch Brandabschottungen ist immer im konkreten Einzelfall anhand der jeweils gültigen ABG, ETA, Herstellerdokumentation und Einbausituation zu prüfen. Maßgeblich sind unter anderem Rohrmaterial, Rohrdimension, Bündelung, Belegung, Bauteilart und die Anforderungen der zuständigen Brandschutzplanung. Eine allgemeine Freigabe für beliebige Mikrorohrinstallationen lässt sich daraus nicht ableiten.
Generell ist bei der Wahl des Brandschotts darauf zu achten, dass in der entsprechenden „Allgemeinen Bauaufsichtlichen Genehmigung“ (ABG) oder „European Technical Assessment“ (ETA) die Anwendung mit „biegsamen Elektroinstallationsrohren nach DIN EN 61386-22“ oder die direkte Verwendung mit speed·pipe® indoor zugelassen ist. Weiterhin muss in der ABG/ ETA auf die Übereinstimmung des Rohrmaterials (Kunststoff / Plastik) sowie der zugelassenen Rohrdimension geachtet werden.

Für detailliertere Informationen über die Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Brandschotts, wie z. B. die Möglichkeit der Durchführung gebündelter speed·pipe® indoor, setzen Sie sich bitte mit den entsprechenden Brandschottherstellern, Ihrem Brandschutzbeauftragten oder Ihrem Sachverständigen in Verbindung.
Im folgenden werden 2 mögliche Optionen für Hersteller von geeigneten Brandschotts vorgestellt:
Die folgenden Beispiele zu Brandschotts beziehen sich auf Mikrorohre und dienen ausschließlich der technischen Einordnung für den Fall, dass Mikrorohre objektbezogen erforderlich sind.

3.5.1.1 Brandschott (Fa. Wichmann)

Die Wichmann Kabelbox ist ein Beispiel für eine vorgefertigte Brandabschottung, die bei geeigneter Zulassung für bestimmte Rohr- und Leitungsführungen eingesetzt werden kann. Für Mikrorohrlösungen ist im Einzelfall zu prüfen, ob die konkrete Rohrdimension, das Material, die Bündelung und die Einbausituation durch die jeweilige Zulassung abgedeckt sind.
Für die vorrangig empfohlene Planung mit klassischen Wellrohren/Flex-Rohren gelten die jeweiligen brandschutztechnischen Anforderungen ebenfalls.



Abbildung 14: Beispielhafte Belegung einer Wichmann Kabelbox (Quelle: Wichmann ...GmbH & Co. KG)

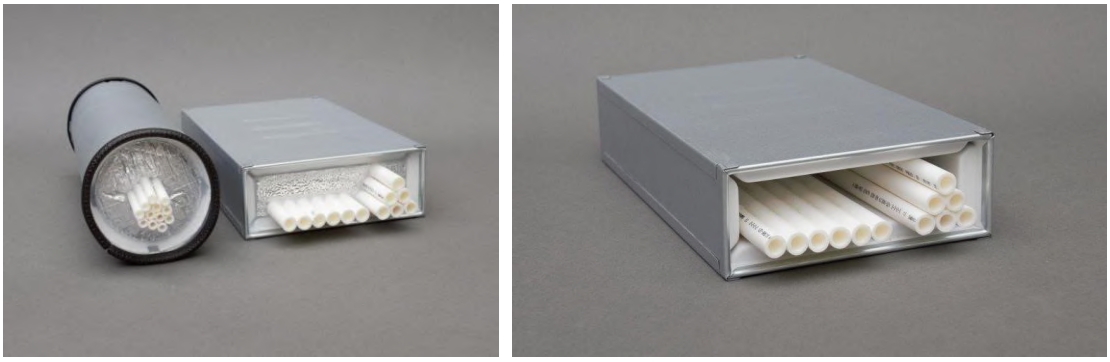
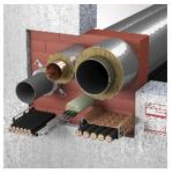


Abbildung 15: Wichmann Kabelbox (Quelle: Wichmann Brandschutzsysteme GmbH & Co. KG)

3.5.1.2 Brandschott (Fa. ZAPP-ZIMMERMANN)

Die nachfolgenden Brandschottbeispiele der Fa. ZAPP-ZIMMERMANN sind ebenfalls als technische Beispiele für die Mikrorohrinstallation zu verstehen. Vor einer Umsetzung ist zu prüfen, ob die

jeweilige allgemeine Bauartgenehmigung, ETA bzw. Herstellerdokumentation die konkrete Anwendung mit den verwendeten Mikrorohren, Rohrbündeln und Durchführungen zulässt.

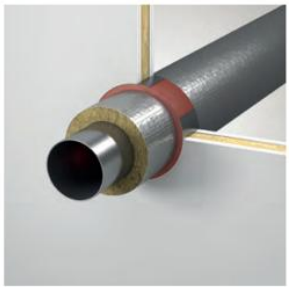
		Installation	Hauptkomponente
ZZ® M21-S90		Speedpipe Ø 12 mm / Bündel Ø 80 mm	**ZZ® 217-120 Brandschutzstein**
ZZ® M20-S90		Speedpipe Bündel Ø 100 mm	**ZZ® 220-120 Brandschutzstein**
ZZ® C40-DE		Speedpipe Ø 12 mm / Bündel Ø 80 mm	**ZZ® 400 Brandschutzmanschette**

Daneben handelt es sich beim System ZZ® C30-DE um eine Kabelabschottung, die in Massivwänden, Massivdecken und leichten Trennwänden bei einer Öffnungsgröße bis 100 x 100 mm, oder Ø 113 mm und einer Schottstärke von 100 mm eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten erreichen kann. Pro Wand- bzw. Deckenseite reicht eine Materialeinbringtiefe von jeweils nur 15 mm aus. Das Abschottungssystem mit allgemeiner Bauartgenehmigung eignet sich besonders, falls mehrere Leitungen durch ein Bauteil abzuschotten sind und die aufwendige Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) umgangen werden soll.

		Installation	Hauptkomponente
ZZ® C30-DE		Elektroleitungen bis 21 mm	**ZZ® 333 Brandschutzmasse**

Alternativ erfüllt die ZZ® 333 Brandschutzmasse auch die Anforderung an einen, in der MLAR geforderten, intumeszierenden Baustoff und kann als Komponente für die Einzelleitungs–durchführung verwendet werden.





Alle Detailinformationen zu aBG, Montageanleitungen sowie Sicherheitsdatenblätter finden sie kostenfrei unter www.z-z.de.

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

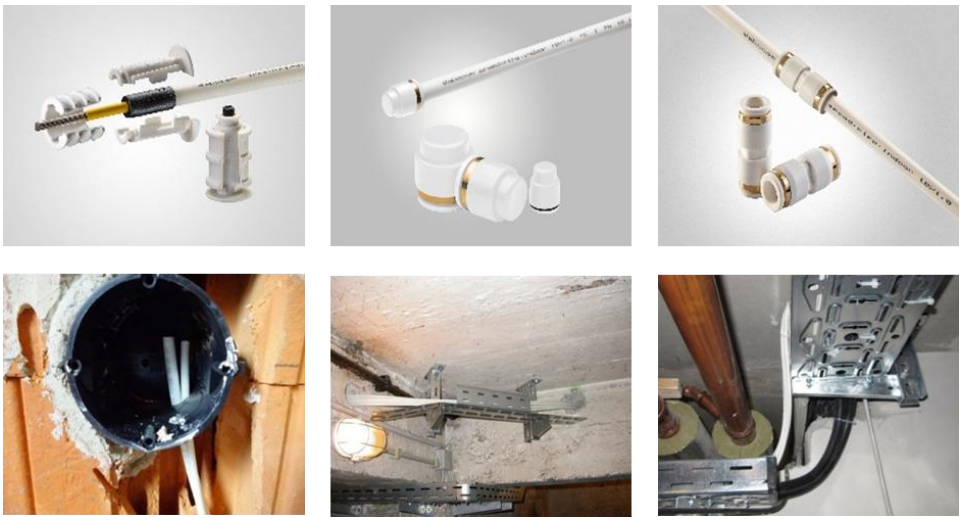


Abbildung 16: Bauteile und Praxisbeispiele von installierten Mikrorohren SNRi 7 x 1,5 (Quellen: Fa. Gabocom u. DT)

Generell ist bei der Wahl des Brandschotts darauf zu achten, dass in der entsprechenden „Allgemeinen Bauaufsichtlichen Genehmigung“ (ABG) oder „European Technical Assessment“ (ETA) die Anwendung mit „biegsamen Elektroinstallationsrohren nach DIN EN 61386-22“ oder die direkte Verwendung mit speed·pipe® indoor zugelassen ist. Weiterhin muss in der ABG/ ETA auf die Übereinstimmung des Rohrmaterials (Kunststoff / Plastik) sowie der zugelassenen Rohrdimension geachtet werden.
Für detailliertere Informationen über die Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Brandschotts, wie z. B. die Möglichkeit der Durchführung gebündelter speed·pipe® indoor, setzen Sie sich bitte mit den entsprechenden Brandschottherstellern, Ihrem Brandschutzbeauftragten oder Ihrem Sachverständigen in Verbindung.

Die erlaubten Verlegearten sind den Produktblättern der jeweiligen SNRi-Hersteller zu entnehmen. Erlaubte Verlegearten am Beispiel eines SNRi AD 7 (Wandstärke 1,5mm) gemäß IEC 60364-5-52:

Verwendung nach DIN VDE 0100-520:2013-06 / IEC 60364-5-52:2009-10			
		erlaubt	nicht erlaubt
Montage im Gebäude	Ungeschützte Montage (auf Putz)	x	
	Unterflurmontage (Estrich)	x	
	Verlegt in Beton	x	
	Verlegt in Hohlwand / Holz (brennbare Materialien)	x	
	Verlegt in Putz	x	
	Verlegt in baulichen Hohlräumen	x	
	Verlegt in abgehängten Decken	x	
	Deckenmontage (Befestigungsabstand < 0,80m)	x	

Abbildung 17: Verlegearten gemäß IEC 60364-5-52 ; SNRi 7x1,5 (Quelle: Fa. Gabocom)

3.5.2 Einblasen von Glasfaser-Mikrokabel in Mikrorohre

Für das Einblasen von Mikrokabeln sind einige Spezialgeräte (Kompressor, Einblasgeräte, Kabelabspuler) notwendig. Sehr wichtig ist ein gewisses Know-how von Fachfirmen, um die Installation fachgerecht durchzuführen. Als Vorbereitung des Einblasvorgangs muss das Mikrorohr mittels eines Schwamms gereinigt und danach Gleitmittel in einer definierten Menge ebenfalls mit einem Schwamm eingebracht werden. Durch den Crash-Test wird die maximal zulässige Schubkraft des Kabels ermittelt. Die max. Schubkraft wird am Einblasgerät zur Vermeidung von Kabelschäden eingestellt. Das einzublasende Kabel ist mit einem Kabelführungskopf zu versehen, welcher das Steckbleiben an Stoßstellen und Verbindern verhindert. Wichtig ist der Einsatz eines Kabelabspulers mit einer gelagerten Welle, um das Abspulen des Kabels leichtgängig zu ermöglichen. Mit professioneller Einblastechnik können die passenden Kabel mit ca. 50 m/min eingejettet werden.

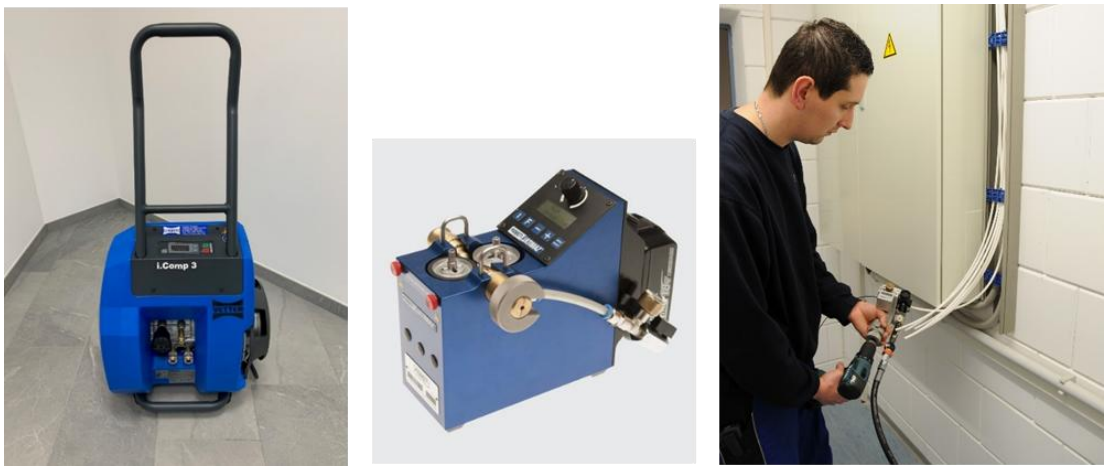


Abbildung 18: Kompressor, Einblasgerät u. Kabeleinblasvorgang in Mikrorohr der NE4 (Quelle: Fa. Vetter)

Für das Einblasen in der Gebäudeinstallation kommen i. d. R. kleinere Kompressoren als bei der Installation im Außenbereich zum Einsatz.

3.5.3 Vorinstallierte Glasfaserkabel in Mikrorohren

Als weitere Option ist es möglich, vorbelegte Mikrorohre einzusetzen. Der Einblasvorgang entfällt vollständig und dennoch hat man die Option, das Kabel später auszutauschen. Dieses vorinstallierte Mikrorohr wird letztlich wie ein Kabel verlegt und an den Enden wird das Kabel wie ein eingeblasenes Mikrokabel verarbeitet. Bei der Verlegung ist ebenso auf normale Biegeradien zu achten wie bei einem leeren Rohr. Außerdem muss an den Enden eine Überlänge von ca. 1,50 m zusätzlich „verlegt“ werden, um die Glasfaser an der Gf-TA oder im Gebäudeverteiler fachgerecht montieren zu können (Spleißgerät) bzw. einen Glasfaserstecker anzuspleißen.



Abbildung 19: Mikrokabel in Innenrohr vorinstalliert (Quelle: HuberSuhner & Dura-Line)

3.6 Aktuelle Installationspraxis in Bestandsgebäuden (Metallkanal)

Wenn keine Rohre oder andere Installationsmöglichkeiten in einem bestehenden Gebäude vorhanden sind, kann die Installation mit Aufputzkanälen aus Metall erfolgen. Aus baurechtlichen und brandschutzrechtlichen Vorgaben, ist das bei bestimmten Gebäudeklassen sogar aktuell die einzig mögliche Variante der nachträglichen Kabelinstallation in Mehrfamilienhäusern.
In den folgenden Bildern ist eine Praxisinstallation mit einem kleinen Metallkanal (20 mm x 20 mm) gezeigt. Dieser hat die Maße von 20 mm x 20 mm und kann bis zu 10 Innenkabel aufnehmen. Sollte diese Kapazität nicht ausreichen (z. B. in den unteren Etagen) gibt es auch größere Ausführungen (30 mm x 45 mm). Diese Metallkanäle sind ausschließlich für Glasfaserkabel zu verwenden!
An den Stoßstellen zweier Metallkanalenden wird i. d. R. eine „Schnittkaschierung“ zur optischen Verschönerung aufgesteckt.



Abbildung 20: Metallkanal und Schnittkaschierung in einem Treppenhaus (Quelle: DT)



Abbildung 21: installierter Metallkanal in einem Treppenhaus (Quelle: DT)

4 Die geeignete Glasfaser: Singlemodeglasfaser!

4.1 Einordnung und Übersicht

Es gibt am Markt verschiedene Arten von Lichtwellenleitern (Mehrmodenglasfasern ⇔ Einmodenglasfasern), 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 Einmodenfaser sind Begriffe wie Monomode-Glasfaser und Singlemode-Glasfaser gleichzusetzen.
- Für die Multimodefaser wird auch häufig der Begriff der Gradientenindexfaser verwendet. Da diese in FTTH Netzen keine Relevanz hat, wird diese hier auch nicht weiter beschrieben.

In der Netzebene 3 werden von nahezu allen Netzbetreibern **Einmodenfasern** eingesetzt. Daher ist es notwendig, auch in der Netzebene 4 ausschließlich **Einmodenglasfasern** einzusetzen.
Für Gebäudenetze von Privat- und Geschäftskundenanschlüssen wird die Einmodenglasfaser eingesetzt!

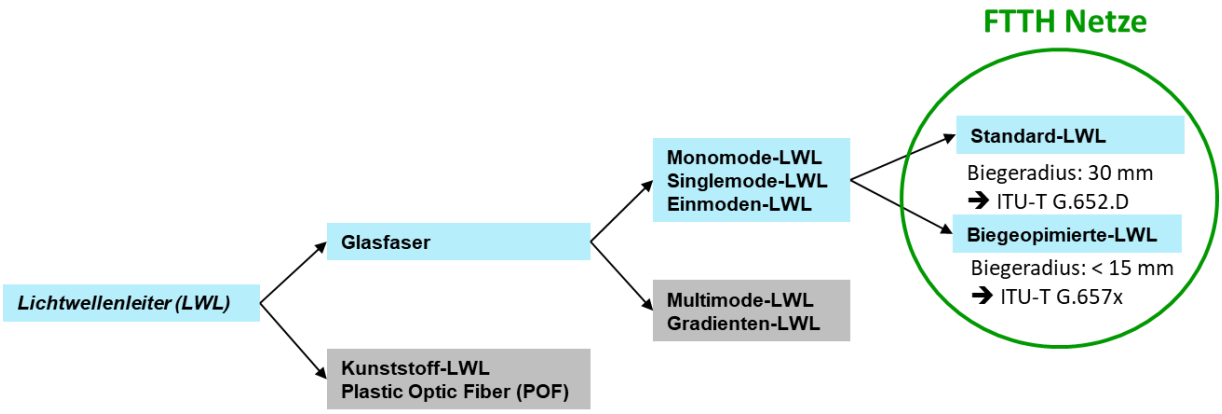


Abbildung 22: Übersicht und Einordnung verschiedener Lichtwellenleiter (Quelle; DT)

Der Faserkern ist im Durchmesser gegenüber der Übertragungswellenlänge sehr klein, es ist im Prinzip nur noch ein Lichtmode ausbreitungsfähig. Die Modendispersion (nur die Modendispersion) ist dadurch vernachlässigbar, damit ist die Übertragungsbandbreite theoretisch unbegrenzt.
Diese Einmodenfaser ist heute Standard in allen optischen Übertragungsnetzen, unabhängig von der Netzebene.

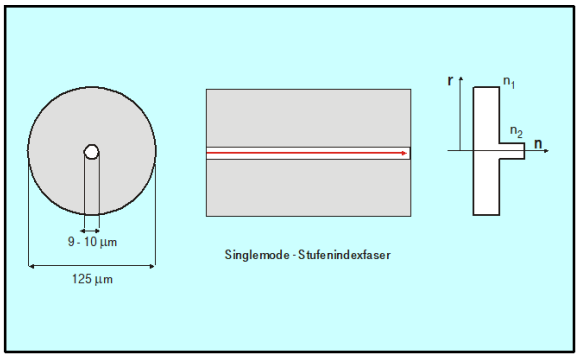


Abbildung 23: Singlemodefaser; Prinzipdarstellung Lichtleitung (Quelle: DT)

Da eine Glasfaser wie der Name schon sagt aus Glas besteht – muss diese entsprechend „verpackt“ werden, damit sie nicht bricht. Diese Funktion wird durch das sogenannt Coating realisiert. Dabei unterscheidet man grundsätzlich die 250 µm Variante und 900 µm Varianten (diese haben eine zusätzliche zweite Schutzschicht - zweites Coating). Um daraus ein Kabel herzustellen werden entweder eine gewisse Anzahl von 250 µm-Glasfasern in einer sogenannten Bündelader untergebracht (z.B. 4 oder 12 Fasern). Eine oder mehrere Bündeladern werden dann mit einem Kabelmantel umgeben. Oder einzelne 900 µm Fasern werden direkt mit einem Kabelmantel umgeben.
Bei 900 µm Fasern kann man einen Glasfaserstecker werksseitig besser anbauen (wegen höherer Zugkräfte), mit 250 µm Fasern lassen sich im Gegenzug höhere Packungsdichten erreichen, d. h. Kabel und Komponenten können wesentlich kleiner gebaut werden.

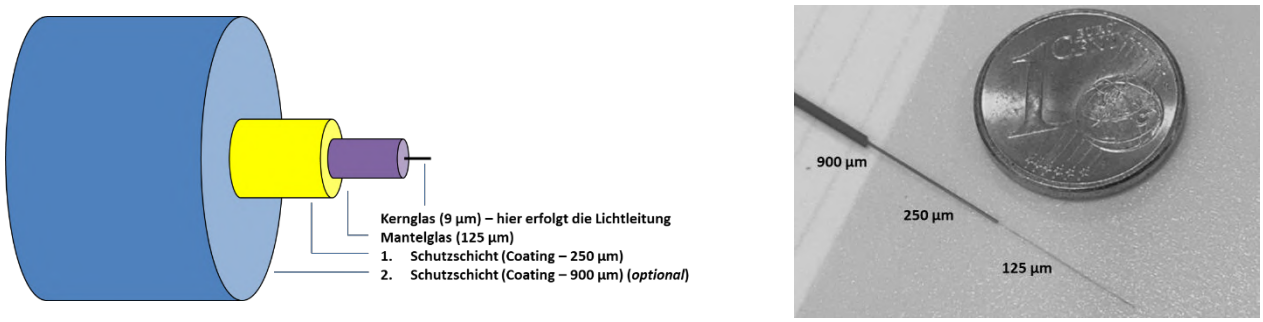


Abbildung 24: Schematischer Aufbau einer Glasfaser; 250 µm ⇔ 900 µm (Quelle: DT)

4.2 ITU-T G.652.D

Die sogenannte „Standardglasfaser“ wurde in der ITU normiert und heißt deshalb ITU-T G.652. Die derzeit aktuellste Glasfaser ist genauer mit ITU-T G.652.D benannt – d .h. diese ist mittlerweile die 4. Generation der Standardglasfaser. Diese Glasfaser 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.

4.3 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 nahezu 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 ist ein optimaler Vertreter, um einerseits gut mit den im Gebäude ankommenden Standardfasern nach ITU-T G.652.D zusammenzuarbeiten, andererseits für die Verlegung um Ecken - wie das in Gebäuden und Wohnungen häufig vorkommt – bestens geeignet ist. Bei der Glasfaser nach ITU-T G.657.A2 gibt es nicht den kleinsten Biegeradius. Es sind verschiedene Beispiele definiert: Biegeradius 15 mm (3 cm Dorn) bei 10 Windungen 0,03 dB – also

deutlich weniger als bei der Standardfaser. Aber auch hier gilt: Versuchen Sie nicht Kabel mit dieser Glasfaser rechtwinklig um die Ecke „zu nageln“. Letztlich ist das lichtleitende Medium Glas!

Fazit:

⇨ **Ein FTTH-Netz funktioniert nur mit Einmodenglasfasern!**

Vorzugsweise sollten bei der Gebäudeverkabelung biegeunempfindliche Einmodenfasern (gemäß ITU-T G.657.A2) zum Einsatz kommen, da diese bei der Montage um Ecken und Kanten nur geringe Dämpfungserhöhungen haben.

Aber auch Standard Einmodenfasern (gemäß ITU-T G.652.D) sind geeignet. Bei diesem Glasfasertyp ist 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 sogar zu Totalausfällen führen.

Empfehlungen:

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

Die folgende Tabelle zeigt die Farben und Zählweisen von Fasern in Glasfaserinnenkabeln der Deutschen Telekom nach VDE 0888 bzw DIN IEC 60304. Die Fasern 13 bis 24 erhalten zusätzlich eine Ring-Markierung zu ihrer Farbe.

1	rot	
2	grün	
3	blau	
4	gelb	
5	weiß	
6	grau	
7	braun	
8	violett	
9	türkis	
10	schwarz	
11	orange	
12	rosa	

Abbildung 25: Nummerierung und Farbschema der Telekom nach DIN IEC 60304 (Quelle: DT)

5 Glasfaserkabel (Innenkabel)

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

5.1 Allgemeines zu den Brandschutzanforderungen

Strom-, Steuer- und Kommunikationskabel, welche dauerhaft in Bauwerke eingebaut werden fallen unter die EU-Verordnung 305/2011 (sogenannte Bauproduktenverordnung) ➔ EU CPR.
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).
Nach aktueller Kommentierung der Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) gilt fortan allein der EU-CPR-Standard Eca für Innenräume. Im „notwendigen Treppenräumen und Fluren“ (=Rettungsweg) muss ein Kabel mit dieser Klassizizierung i.A. weiterhin in Metallkanälen geführt werden (oder unter Putz installiert werden).
Auch die Umsetzung Außen-auf Innenkabel ist nur nötig, wenn das Außenkabel kein Eca beherrscht.
Daher dürfen in von der Deutschen Telekom oder deren Unterauftragnehmern errichteten Metall-Kabelkanälen ausschließlich Glasfaserinnenkabel verwendet werden, die von der Deutschen Telekom spezifiziert und eingeführt wurden.

5.2 Mögliche Verlegearten der Glasfaserkabel

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

Für eine robuste, wartungsfreundliche und in der Praxis gut beherrschbare Gebäudeinfrastruktur sollte die Planung vorrangig auf ausreichend dimensionierte klassische Leerrohre, insbesondere Wellrohre/Flex-Rohre, ausgerichtet werden. In diese können geeignete Glasfaser-Innenkabel später mit üblichen Einziehhilfen eingezogen werden.
Abhängig von der Gebäudesituation können Glasfaserkabel außerdem in Gebäudeschachtanlagen, auf der Fassade, unter Putz oder in geeigneten Aufputzkanälen verlegt werden. Das Einblasen von Glasfaserkabeln ist vor allem bei Mikrorohr- bzw. SNRi-Lösungen relevant und sollte im Gebäude nur als objektbezogene Sonderlösung betrachtet werden.
Je nach Verlegeart müssen die Kabel unterschiedliche Anforderungen erfüllen und entsprechend spezifische Eigenschaften aufweisen. Besonders relevant sind dabei die Beschaffenheit des Kabelmantels, zulässige Biegeradien, Zug- und Schiebekräfte sowie die Anforderungen aus Brandschutz und Bauproduktenverordnung. Aus diesen Gründen werden spezielle Glasfaserkabel insbesondere für folgende Anwendungsfälle:

- das Einziehen in klassische Leerrohre, Wellrohre/Flex-Rohre oder Gebäudeschachtanlagen,
- das Einblasen in Mikrorohre/SNRi als objektbezogene Sonderlösung,
- das Einputzen bzw. die Unterputzverlegung,
- das Verlegen auf der Fassade bzw. im Außenbereich.

gefertigt und angeboten.

5.2.1 Glasfaserkabel zum Einblasen und Einziehen

Für die Gebäudeinstallation sind Glasfaser-Innenkabel auszuwählen, die zur vorgesehenen Verlegeart passen. Im Regelfall ist dabei das Einziehen geeigneter Glasfaser-Innenkabel in ausreichend dimensionierte klassische Leerrohre, insbesondere Wellrohre/Flex-Rohre, die bevorzugte und servicefreundliche Lösung. Diese Bauweise ist dem Elektrohandwerk vertraut, gut planbar und vermeidet zusätzliche Abhängigkeiten von Spezial-Equipment im späteren Bereitstellungs- oder Entstörprozess.
Am Markt sind Glasfaser-Innenkabel verfügbar, die für das Einziehen in Rohren und Gebäudeschachtanlagen spezifiziert sind. Diese Kabel besitzen je nach Ausführung 250-µm-Fasern in Bündeladern oder 900-µm-Fasern als Festadern und sind mit unterschiedlichen Faserzahlen erhältlich. Sie eignen sich insbesondere für die Verlegung vom Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) zu Glasfaser-Sammelpunkten (Gf-SP), Etagenverteilern oder Glasfaser-Teilnehmerabschlussdosen (Gf-TA), sofern die jeweiligen Biegeradien, Zugkräfte und Brandschutzanforderungen eingehalten werden.
Einige neuere Glasfaser-Innenkabeltypen sind zusätzlich so beschaffen, dass sie sowohl für das Einziehen als auch für das Einblasen in SNRi/Mikrorohre geeignet sein können. Diese Kabeltypen besitzen häufig eine zentrale Bündelader, in der die 250-µm-Fasern geführt werden, und sind mit verschiedenen Faserzahlen, zum Beispiel 1, 2, 4, 6, 12 oder 24 Glasfasern, am Markt erhältlich.



Abbildung 26: Darstellung eines Gf-Innenkabels; Ø 2,5 mm (Quelle: DT)

Neben universell einsetzbaren Kabeltypen bietet der Markt auch Glasfaser-Innenkabel an, die ausschließlich für das Einziehen spezifiziert wurden. Diese Kabel besitzen meist einen größeren Außendurchmesser und sind mit 900-µm-Fasern als Festadern oder mit 250-µm-Fasern in Bündeladern bestückt. Sie sind insbesondere dann geeignet, wenn klassische Leerrohre, Wellrohre/Flex-Rohre oder Gebäudeschachtanlagen mit ausreichendem Platzangebot vorhanden sind.
In manchen Fällen eignen sich werksseitig vorbereitete Kabel besonders gut. Dabei sind die Glasfasern an einer Kabelseite bereits mit entsprechenden Glasfasersteckern, zum Beispiel LC-APC, vorkonfektioniert. Solche Kabel können beispielsweise zu Etagenverteilern verlegt werden. Die mit Glasfasersteckern vorkonfektionierte Seite wird im Gf-GV aufgelegt; die andere Seite des Kabels, mit den unkonfektionierten Glasfasern, wird im Gf-EV mit den Wohnungszuführungskabeln verspleißt. Bei der Verlegung ist auf die Einziehrichtung und einen ausreichenden Schutz der vorkonfektionierten Steckerseite zu achten.

5.2.2 Glasfaser - Fassadenkabel

Gf-Fassadenkabel haben in ihrem Aufbau besondere Eigenschaften, die für eine Unterputz- und für eine Aufputzverlegung, auch im Außenbereich, geeignet sind (UV-stabil). Meistens ist dieser Kabeltyp mit 250 µm-Fasern in Bündeladern ausgestattet. Fassadenkabel können insbesondere dann eine Alternative sein, wenn im Gebäude keine nutzbaren Leerrohre vorhanden sind oder eine innenliegende Leitungsführung nur mit unverhältnismäßig hohem Installationsaufwand möglich wäre.

5.2.3 Glasfaserverbindungskabel (Patchkabel)



Das Glasfaserverbindungskabel ist ein kurzes Kabel, das 1 m, 2 m oder 5 m lang ist. Es besteht aus einem Glasfaserkabel mit 1 Faser und ist an beiden Seiten mit einem Stecker (z. B. 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-Teilnehmerabschlussdose (Gf-TA) mit dem ONT zu verbinden.

Abbildung 27: Glasfaser-Verbindungskabel mit LC-APC Steckern und magentafarbener Schutzkappe (Quelle: DT)

6 Glasfasermontage

6.1 Techniken zum Verbinden und Abschließen von Glasfasern

Die fachgerechte Montage eines Glasfasersteckers an einem Kabelende vor Ort ist sehr aufwendig und in hoher Qualität (speziell das Polieren der Steckerstirnfläche) eigentlich nicht möglich. Daher wird in den meisten Fällen ein industriell gefertigter Stecker mit einem kurzen Kabel (1 m bis 2 m), ein sogenanntes Glasfaser-Pigtail, an die Glasfaserenden angespleißt (alternativer Begriff: angeschweißt; Fusionsspleiß) oder mit einem mechanischen Spleiß verbunden.

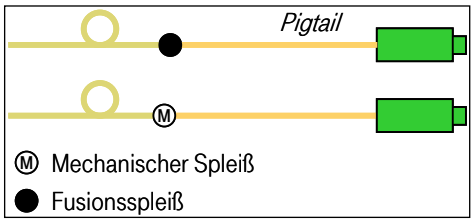


Abbildung 28: Prinzipdarstellung zur Konfektionierung mit Pigtails (Quelle: DT)

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

6.1.1 Fusionsspleiß und Fusionsspleißgeräte

Für den Fusionsspleiß (hier spricht man von der Verbindung zweier LWL-Leitungen durch Zufuhr von Wärme mittels eines Lichtbogens) gibt es verschiedene Spleißgeräte auf dem Markt. **Die Deutsche Telekom empfiehlt 3-Achsen-Fusionsspleißgeräte einzusetzen.** Die Einfügedämpfung eines Fusionsspleißes ist wesentlich geringer als bei einer mechanischen Verbindung. Die Größenordnung der Einfügedämpfung bei einem Fusionsspleiß von identischen Glasfasern liegt bei ca. 0,05 dB. Das Fusionsspleißverfahren ist sehr zuverlässig und besonders langzeitstabil und wird für den Aufbau von Glasfasergebäudenetzen empfohlen.



Abbildung 29: Fusionsspleißstation Sumitomo T-72-C (Quelle: Fa. TSO/ Fa. Sumitomo)

Die Qualität einer Gf-Spleiß-Verbindung (Spleißdämpfung in dB) wird unmittelbar am Gerät angezeigt.



Abbildung 30: Fusionsspleißstation Fujikura 90S (Quelle: Fa. Opternus/ Fa. Fujikura)

Aber auch „einfachere“ Spleißgeräte (2-Achsen– oder V-Nut-Geräte) liefern gute Spleißergebnisse und können in der Netzebene 4 benutzt werden (Hinweis: Diese Geräte sind nicht für die Netzebene 3 zu empfehlen). Heutige Einmodenglasfasern besitzen eine sehr hohe Kernzentrizität, so dass auch mit diesen Geräten Spleißdämpfungen erreicht werden können, die für die NE4 hinreichend genau sind.



Abbildung 31: V-Nut Spleißgerät FITELNINJA (Quelle Fa. Laser Components / Fa. Furukawa)

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.
Hinweis: 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 eher als temporäre Reparaturlösung, aber nicht als zukunftsfähige, preiswerte Lösung für das Installationsgeschäft 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 Glasfaserenden 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.

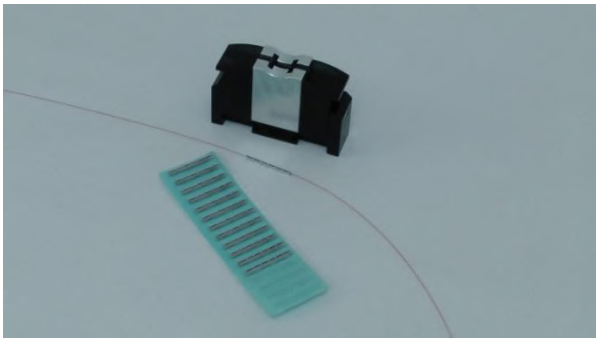


Abbildung 32: Krimpspleißschutz und zugehörige Presse (Quelle: Fa. Opternus)

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“ eingebaut, in dem der Spleißschutz eingelegt werden kann. Innerhalb weniger Sekunden wird der Spleißschutz auf die Faser geschrumpft und bietet somit den nötigen mechanischen Schutz der Spleißstelle.
Hinweis: Die Art des Spleißschutzes muss u.a. mit der Spleißablage in der Kassette zusammenpassen. Der Schrumpfspleißschutz ist dicker als der Krimspleißschutz und benötigt mehr Platz in der Spleißkassette.

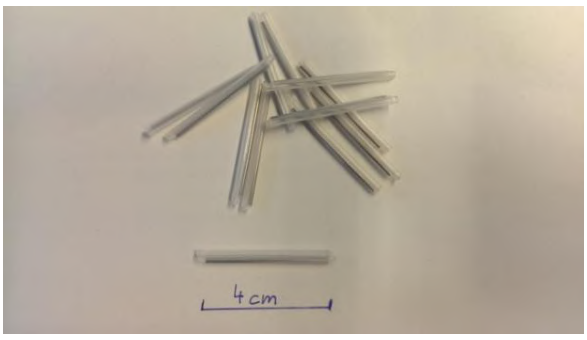


Abbildung 33: Heat Shrink Spleißschutz = Schrumpfspleißschutz (Quelle: DT)

6.2 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 zwei oder vier Glasfasern je Spleißkassette geführt und abgelegt. In dieser Spleißkassette werden somit auch maximal vier Spleißschutzaufnahmen benötigt. In der Regel sind die Spleißschutzaufnahmen für 10 oder 12 Spleiße ausgelegt.
Je nach Verwendung des Krimpspleißschutzes oder des Heat-Shrink-Spleißschutzes muss die passende Spleißschutzaufnahme (auch Spleißschutzhalter genannt) in der Gf-Kassette ausgewählt werden.

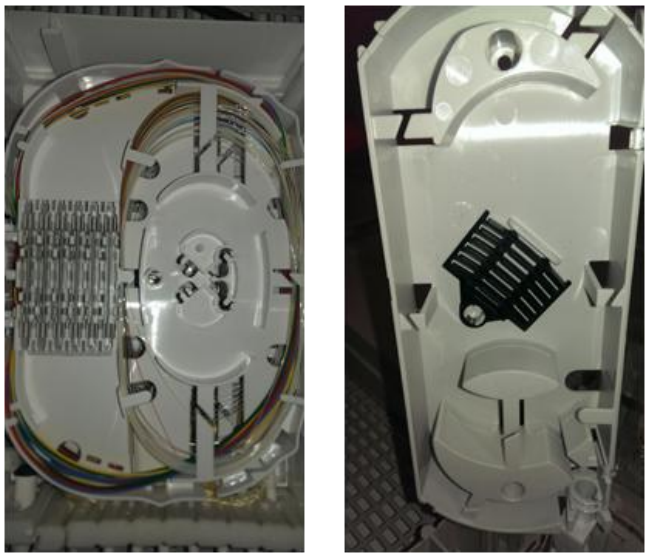


Abbildung 34: Beispielhafte Glasfaserspleißkassetten mit Spleißschutzaufnahmen (Quelle: DT)

7 Der Glasfaserstecker ➔ LC - APC

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

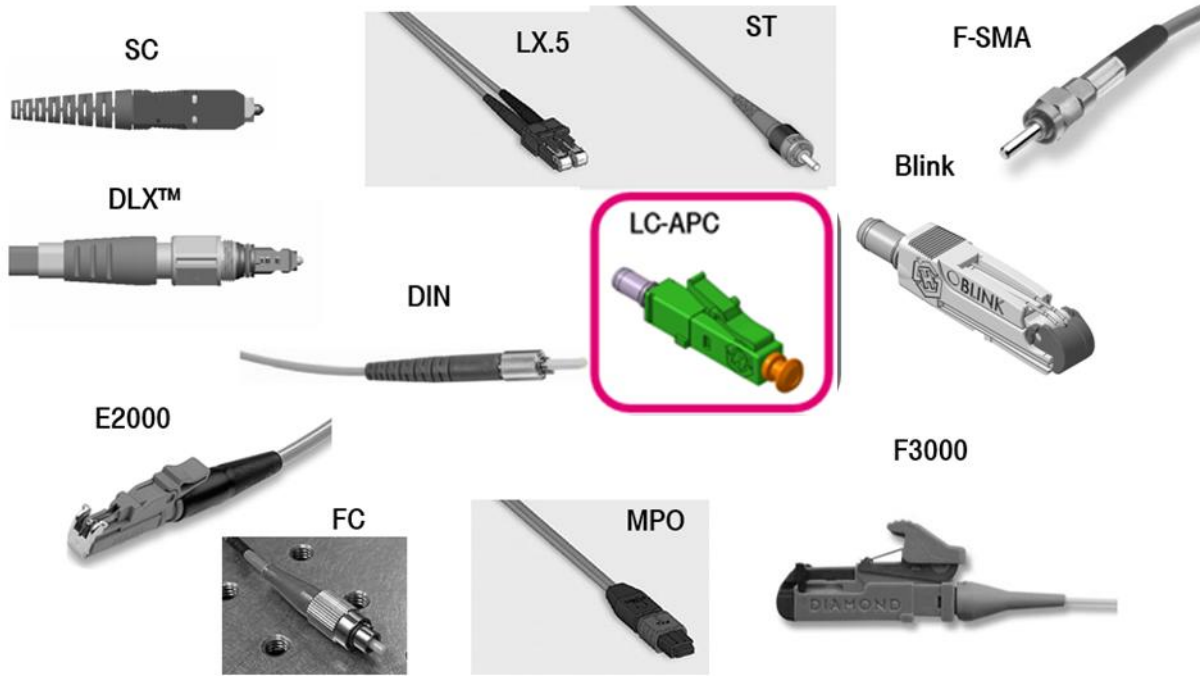


Abbildung 35: Auswahl an Glasfasersteckern (Quelle: DT)

In der Telekommunikation gibt es historisch bedingt eine Vielzahl verschiedener Stecker für Glasfasern. In der Glasfasermontage werden i. d. R. 2 Stecker in einer passenden Glasfaserkupplung miteinander verbunden. Der Verlust der bei dieser Verbindung entsteht wird Dämpfungsverlust genannt und in dB (Dezibel) bewertet. Glasfaserstecker werden in verschiedenen Qualitätsklassen angeboten (Grade A...D). Dabei hat Grade A die geringste Einfügedämpfung bei zufällig ausgewählten Steckerpaarungen. Um nachträglichen Montageaufwand zu vermeiden, wird die Verwendung von **LC-APC-Steckern** für die NE4 empfohlen. Das ist auch in verschiedenen Standards vorgegeben.

7.1 LC-APC-Stecker

In Glasfasergebäudenetzen kommen in den Abschlusseinrichtungen (Gf-AP und Gf-TA) LC-APC-Stecker 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). Durch den Winkelschliff ergibt sich eine hohe Rückflussdämpfung (größer 45 dB), die speziell für heutige und 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, **LC-APC-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. Die Endfläche des Steckers sollte mit einer mechanisch fixierten Schutzkappe versehen sein, um die Stirnfläche zu schützen, bis sie in die passende LC-Durchführungskupplung gesteckt wird. Die Kupplungen haben in der Regel feste Positionen, so dass eine genaue Zuordnung zwischen Kupplung und Wohnung möglich ist.



Abbildung 36: Glasfaserstecker Typ LC-APC (DIN EN 61754-20) mit Staubschutzkappe (Quelle: DT)

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

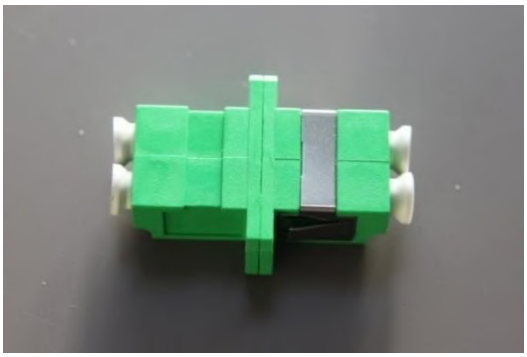


Abbildung 37: Glasfaserdurchführungskupplung (Duplex) für 2 LC-APC-Steckverbindungen (Quelle: DT)

Hinweis: 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.

7.1.1 Fusions-Spleiß-Stecker (LC-APC)

Dieser werksseitig mit hoher Steckqualität (Steckerstirnfläche) hergestellte Steckertyp kann direkt an eine Glasfaser gespleißt werden. Der Stecker hat ein sehr kurzes „Faserbeinchen“. Die Spleißstelle muss nicht mit einem Spleißschutz versehen werden, da sich die Spleißstelle innerhalb des Steckergehäuses befindet. Auch das Einlegen der Faserüberlänge in eine Spleißkassette mit entsprechendem Spleißschutz entfällt.
Alle großen Spleißgerätehersteller haben dafür Produkte am Markt, z. B. FuseConnect (Fujikura) oder LYNX2 (Sumitomo). Hinweis: In der Regel enthält das Montagekit auch den für das jeweilige

Spleißgerät (Fujikura oder Sumitomo) erforderlichen Steckereinsatz. Nach Herstellung des Spleißes wird der Stecker vor Ort mit den entsprechenden Bauteilen des Sets fertig konfektioniert (z. B. Zugentlastung). Bitte beachten Sie, dass in der Regel solche Stecker etwas länger sind.
Für Kabel mit einer Glasfaser (Einfaserkabel) kann diese Montageart des Steckers vorteilhaft sein.



Abbildung 38: Prinzipdarstellung zur Konfektionierung eines „Spleißsteckers“ an ein Kabelende (Quelle: DT)



Abbildung 39: FuseConnect (Quelle: Fa. Opternus/ Fa. Fujikura) / Fusion-Stecker (Quelle: Fa. Diamond)

7.1.2 Mechanischer Spleiß-Stecker (LC-APC)

Ähnlich wie beim Fusions-Spleiß-Stecker, gibt es Lösungen am Markt, bei denen der mechanische Spleiß im Steckergehäuse hergestellt wird. Durch eine mechanische Verriegelung wird die zu verbindende Glasfaser in der Verbindungsstelle mit der Faser des Steckers fixiert. Nach Herstellung des Spleißes wird der Stecker vor Ort mit den entsprechenden Bauteilen des Sets fertig konfektioniert (z. B. Zugentlastung). Es gelten grundsätzlich dieselben Dämpfungseigenschaften wie für den mechanischen Spleiß, d.h. die Einfügedämpfung ist höher und die Qualität der Verbindung vor Ort ist nicht genau prüfbar. Um Sicherheit zur Qualität der Verbindung zu bekommen ist hier eine messtechnische Kontrolle erforderlich.



Abbildung 40: Prinzipdarstellung eines Steckers mit integriertem mechanischem Spleiß (Quelle: DT)

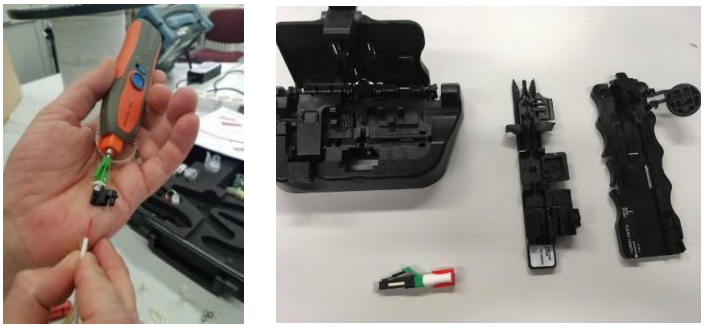


Abbildung 41: Herstellung LC-APC mit mech. Spleiß; li.: FO-Field, Fa. Reichle de Massari; re.: Fa. Corning (Quelle: DT)

8 Komponenten für Glasfasergebäudenetze

8.1 Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP)

Der Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP) bildet den Abschluss des Netzbetreibers.
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 (< 2 Meter) 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 x 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 42: Beispiel eines Glasfaser-Abschlusspunktes (Gf-AP) (Quelle: DT)

8.2 Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV)

Der Glasfaser-Gebäudeverteiler bildet den Abschluss des Gebäudenetzes.
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 Patchkabeln (Kabel, die beidseitig mit Gf-Steckern abgeschlossen sind) eine Verbindung her.

Alle Kabel/Glasfasern, die zu den Wohnungen führen, werden in den Gf-GV eingeführt und auf LC-APC Stecker terminiert 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. Dies kann beispielhaft wie nachfolgend aufgeführt geschehen (z. B. Stecker in der Reihe A1, Nr. 3+4 ➔ Fam. Mustermann, 2. OG, linke Wohnung / Wohnungsnummer). Gibt es mehrerer Wohnungen pro Etage, empfiehlt sich eine Zählreihenfolge, links oben beginnend (Draufsicht) und dann im Uhrzeigersinn weiterzuzählen (von links oben nach rechts unten).



Abbildung 43: Beispiel eines Glasfaser-Gebäudeverteilers (Gf-GV) (Quelle: DT)

Der Gf-GV benötigt keinen Strom bzw. Stromanschluss, er ist ein passiver Glasfaser-Gebäudeverteiler. In **unmittelbarer Nähe** des Gf-GV (zur Minimierung der Patchkabellängen) ist **Platz für den Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP) des Netzbetreibers** vorzusehen. Dieser ist ähnlich groß wie der für das Gebäude vorzusehende Glasfaser-Gebäudeverteiler. Als Richtwert kann für große Gebäude eine Fläche von ca. 50 x 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.

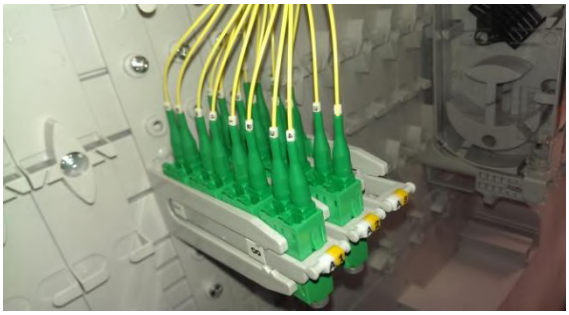


Abbildung 44: Beispiel einer übersichtlichen Steckerablage im Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) (Quelle: DT)

Bei sehr großen Mehrfamilienhäusern oder sehr großen Gewerbegebäuden können als Gf-GV auch Standard Netzwerkschränke (in 19 Zoll- oder ETSI-Bauweise) verwendet werden, um die hohe Anzahl von Gf-Steckverbindungen geordnet in Baugruppenträgern zu managen. Hierbei sollte beachtet werden, dass genügend Platz zwischen den Baugruppenträgern für die Glasfasermontage vorgehalten wird. Für die geordnete Beschaltung mit Patchkabel (Verbindung vom Gf-AP zu den einzelnen Steckpositionen zu den Wohnungen) sollten Kabelführungssysteme im Netzwerkschrank vorhanden sein.

8.3 Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP) / Glasfaser-Etagenverteiler (Gf-EV)

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. Die Glasfasern des Steigleitungskabels werden auf die Glasfasern der zu den einzelnen Wohnungen führenden Kabel verteilt. Die Verbindung der Glasfasern im Etagenverteiler ist mit verschiedenen Techniken möglich, so könnten mechanischen Spleißen, Fusionsspleiße aber Steckverbindungen zum Einsatz kommen. Es ist möglich, mehrere Etagen von einem Gf-Sammelpunkt zu versorgen (z. B. Wohnungen der Etage darunter und Wohnungen der Etage darüber).



Abbildung 45: Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP) (Quelle: DT)

8.3.1 „Plug and Play“- Gebäudenetz: Stecken statt Spleißen (spleißlose NE4)

Ein komplett vorgefertigter Gf-Etagenverteiler (Gf-EV) ist die Kernkomponente eines neuen Installationsansatzes bei der Deutschen Telekom AG in der Netzebene 4.
Mit vorkonfektionierten Komponenten, zum Beispiel Gf-EV und Gf-TA, können Spleißarbeiten in der Netzebene 4 reduziert oder vermieden werden. Dieser Ansatz kann die Montage vereinfachen, stellt aber erhöhte Anforderungen an die Leitungsführung im Gebäude.
Der Etagenverteiler ist dabei komplett vorbestückt, alle Fasern sind bereits mit Steckern versehen und auf Kupplungen abgelegt. Das Zuführungskabel ist in verschiedenen Längen verfügbar und auch sein ausziehbares Ende bereits mit Glasfasersteckern versehen. Zum deren Schutz bei der Installation kann dieser Teil in einem Schutzschlauch gekapselt sein. Zum System gehört in der Regel ebenfalls eine Gf-TA in vergleichbarer Konfiguration, also mit beidseitig vorinstallierten Steckern. Gf-EV und Gf-TA können über integrierte Kabelbevorratungssysteme verfügen. Diese internen Kabelspulen erlauben eine flexible Verwendung der Komponenten, ohne dass zusätzliche Überlängenablagen im Gebäude erforderlich werden. Die benötigte Kabellänge kann durch Ziehen aus der Komponente entnommen und gegebenenfalls wieder aufgewickelt werden.
Vorkonfektionierte Systeme benötigen aufgrund der besteckerten Kabelenden ausreichend dimensionierte Leerrohre, SNRi sind prinzipbedingt ungeeignet. Alternativ kann das System je nach Gebäudesituation in geeignete Metallkanäle eingelegt oder im Wohnungsbereich in dafür vorgesehene Minikanäle, zum Beispiel „Clear Track“, installiert werden. Entscheidend ist, dass die gewählte Leitungsführung die zulässigen Biegeradien, Zugkräfte, Brandschutzanforderungen und späteren Serviceprozesse berücksichtigt.



Abbildung 46: (Haupt-)Komponenten der spleißlosen Netzebene 4: Gf-EV (4, 8 und 12 Port), Gf-TA (Quelle: DT)

8.4 Glasfaser-Teilnehmerabschlussdose (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 TA in eine Gf-Kupplung (LC-Kupplung) eingesteckt, die auf der gegenüberliegenden Seite mit einer Staubschutzkappe versehen ist. Eine Zugabfangung befestigt das Kabel ausreichend. Die Gf-TA hat Aufnahmestellen, um die gefertigten Spleiße geschützt abzulegen. In der Gf-TA sind Glasfaser-Kupplungen eingebaut, an welche dann der ONT mittels Glasfaserverbindungskabel angeschlossen wird.
Es wird empfohlen, dafür eine handelsübliche, einzelne tiefe Schalterdose (60 mm) vorzusehen, in der eine Unterputz-Gf-TA oder auf der die Aufputz-Gf-TA montiert werden kann.
Bei Anwendung einer Unterputz-Gf-TA ist darauf zu achten, dass i. d. R. kein Platz für eine Spleißablage (Spleißkassette mit Spleißhalter) vorhanden ist. Hier müssen die Glasfasern direkt z. B. mit einem „Fusions-Spleiß-Stecker“ abgeschlossen werden.

Hinweis: In der Nähe der Gf-TA, des ONT und des Routers müssen 230-V-Steckdosen für die Stromversorgung des ONT und des Routers geplant werden.
Bitte beachten Sie auch Kapitel 10 „Das Wohnungsnetz“. Die Glasfaser bzw. die Gf-TA kann auch in einem Multimedia- oder Kommunikationsverteiler eingebaut bzw. abgeschlossen werden.



Abbildung 47: Gf-TA – links 2 Ausgänge auf LC-APC, rechts 1 Ausgang auf LC-APC (Quelle: Fa. Omelcom)



Abbildung 48: Unterputz-Gf-TA, z. B. Fa. Telegärtner (li.) und Fa. Diamond (re.) (Quellen: DT und Fa. Diamond)

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



Abbildung 49: Gf-TA für ausschließliche Hutschienenmontage (Quelle: Fa. Acome)

8.4.1 „Umverlegung“ der Gf-TA innerhalb der Wohnung ➔ „KVB“

Sollte eine Glasfaserdose bereites installiert sein, aber an einer Stelle die nicht optimal ist, kann man mit einem einfachen Set eine zweite Dose an die erste Dose anstecken und an einem neuen Platz installiert werden. Das Kabel wird aus dem inneren der Dose abgewickelt, bis die richtige Länge erreicht ist. Wenn das einzusteckende Ende (LC-Stecker) durch eine Wand verlegt werden muss, ist auf ein genügend großes Bohrloch zu achten.
Die „Gf-TA Kabelverlängerungsbox“, nachfolgend kurz „KVB“ genannt – dient der Verlängerung des glasfaserbasierten Zugangsnetzes. Nach Anschluss der fernen Gf-TA wird die ausgerollte Überlänge durch Zurücktrommeln wieder im Inneren der KVB verstaut. Erst jetzt darf das 1m-Ende zur nahen Dose abgewickelt und installiert werden. Das Kabel kann z. B. in einen installierten „Clear Track“-kanal eingelegt werden. Das wird im folgenden Kapitel beschrieben.



Abbildung 50: „Gf-TA Kabelverlängerungsbox“– Stecker an beiden Enden mit integrierter Kabelaufwicklung

8.4.2 3 „smarte“ Lösungen zur Selbstinstallation innerhalb der Wohnung

Im folgenden werden 3 Möglichkeiten gezeigt, die sehr einfach selbst zu installieren sind und dabei fast unsichtbar wirken. Die Möglichkeiten unterscheiden sich darin, dass entweder ein Minikanal aufgeklebt wird worin das Glasfaserkabel einfach eingelegt wird oder das quasi transparente Glasfaserkabel wird direkt aufgeklebt. Letzteres entweder per selbstklebendem Material (man entfernt eine kleine Folie) oder man „spritzt“ ähnlich einer kleinen Silikonfuge einen Kleber in die Kante, worin man dann das Kabel fixiert/verklebt.
Der Klebekanal (Clear Track) kann auch verwendet werden, um den Leitungsweg innerhalb der Wohnung vorzubereiten, damit die Glasfaserdose an eine ggf. günstigere Stelle in der Wohnung platziert werden kann.
Zu den 3 grundsätzlich vorgestellten Varianten gibt es i. d. R. mehrere Alternativvarianten am Markt.

8.4.2.1 Clear Track (Fa. Corning)

Grundidee: ein kleiner, fast unsichtbarer Kabelkanal wird geklebt

Sollte die installierte Gf-TA an einer „ungünstigen“ Stelle installiert worden sein (z. B. Nachmieter hat sich in der Wohnung anders eingerichtet), so kann es u. U. sinnvoll sein, eine 2. Gf-TA an einer anderen Stelle innerhalb der Wohnung (z.B. anderes Zimmer) nachträglich zu installieren. Um das Verlängerungskabel möglichst sicher zu führen und quasi „unsichtbar“ zu machen, bietet sich z. B. die folgende Lösung der „Clear Track“ - Glasfaserkanäle an. Das System besteht aus einem kleinen

Glasfaserkanal mit selbstklebender Rückseite, dessen Schutzfolie für die Installation einfach abgezogen werden kann. Der flexible, durchgängige Clear Track Kanal kann ohne Spezialwerkzeug problemlos um alle Ecken sowie auf gekrümmten oder unregelmäßigen Oberflächen verlegt werden.

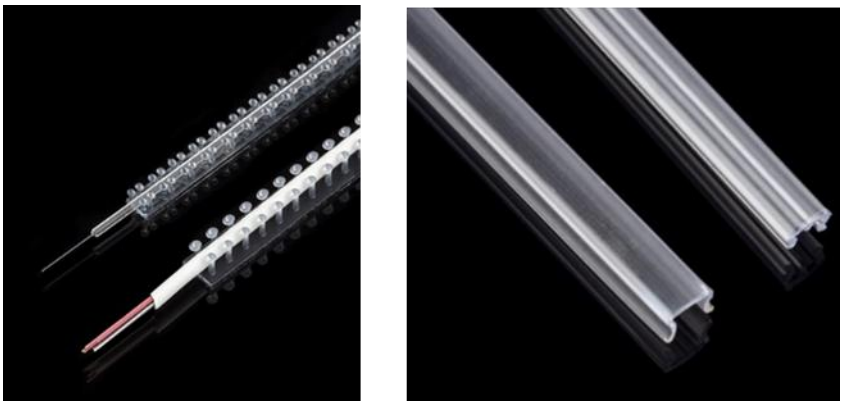


Abbildung 51: Clear Track Kanal (Fa. Corning)

Die Klebekanäle eignen sich für fast alle gängigen Wandoberflächentypen. Um sicherzustellen, dass die Oberfläche für die Benutzung der Clear Track Kanäle geeignet ist, empfiehlt der Hersteller einen kleinen Test vorab, bei dem an einen Teststreifen ein definiertes Gewicht gehangen wird...
In den Kanal (2 Versionen erhältlich) wird die 900 µm oder 2 mm messende und biegeunempfindliche Glasfaser eingelegt. Mit einem kleinen und praktischen Installationswerkzeug können die Glasfasern schnell und einfach eingebracht werden.

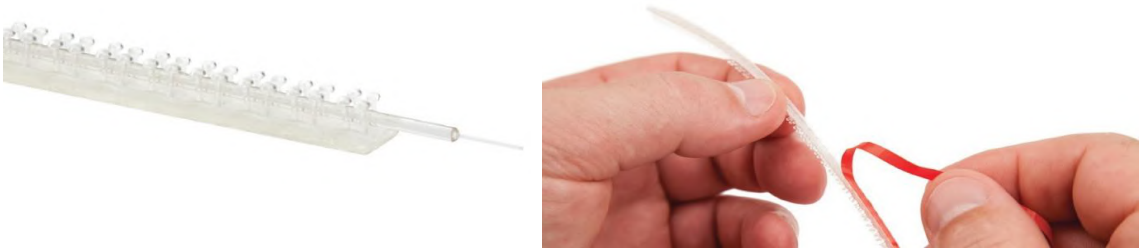


Abbildung 52: „Clear Track“ Kanal mit eingelegter Faser (Quelle: Fa. Corning)

Außerdem kann der Clear Track Kanal mit einer zusätzlichen Schutzabdeckung versehen werden und ist mit Latex- oder Ölfarbe überstreichbar. Bei Bedarf kann die Clear Track Lösung gemeinsam mit einem nach BauPVO zertifiziertem Glasfaserinnenkabel in notwendigen Treppenräumen und Fluren verlegt werden (aktuell 2 parallele Kanäle). Die spezielle selbstklebende Rückseite des Miniaturkanals ermöglicht hierbei eine schnelle und einfache Installation. Sie ist somit eine sinnvolle Ergänzung zu Metallkanälen, wo deren Montage nicht möglich oder gewünscht ist.



Abbildung 53: „Clear Track“ in einem Treppenhaus installiert (Foto: Zerson)

8.4.2.2 Selbstklebendes transparentes Kabel (Fa. Huawei und Fiberhome)

Grundidee: das Kabel selbst wird geklebt, man entfernt eine Schutzfolie auf der Rückseite

Diese Lösung ist für Innenräume geeignet und bietet sich insbesondere für Verkabelungsszenarien an, bei denen es darauf ankommt, den Raum bzw. die Inneneinrichtung so wenig wie möglich zu beeinträchtigen. In den meisten Fällen sind an beiden Seiten bereits Stecker vorinstalliert, da sich die Faser relativ schwer freilegen läßt, um diese in einem Spleißgerät weiter zu verarbeiten.

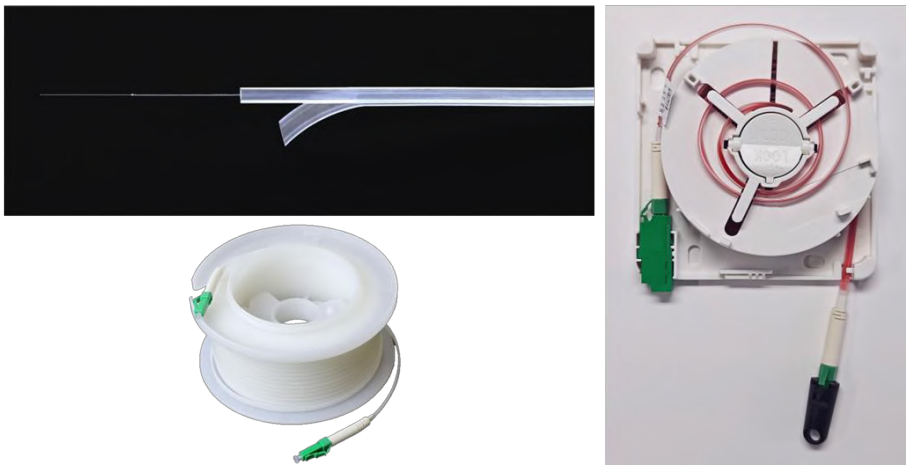


Abbildung 54: „Selbsklebendes transparentes Kabel“ in verschiedenen Produktvarianten (Foto: Fa. Huawei, DT)

Die selbstklebende transparente Glasfaserlösung erfordert kein professionelles Werkzeug oder separaten Kabelkanal und lässt sich durch die selbstklebende Rückseite schnell wie Klebeband anbringen. Sie reduziert die Installationszeit und kann problemlos um alle Ecken sowie auf verschiedenen Oberflächen (z. B. Latex, Metall oder Holz) verlegt werden. Darüber hinaus wird die Selbstinstallation durch den Anwender und Kunden unterstützt.



Abbildung 55: Selbstklebendes transparentes Kabel in einem Treppenhaus installiert (Foto: Zerson)

8.4.2.3 Glasfaserkabel+Flüssigkleber

Grundidee: ein Flüssigkleber wird in eine Kante gespritzt, dort verklebt man anschließend das Kabel.

Die hier beschriebene Lösung zeigt Bilder der Firma Lightera (InvisiLight®), ist aber auch z. B. von Omelcom, IdeaOptical/Acome und anderen Herstellern in ähnlicher Weise verfügbar.
Die Firma Lightera bietet mit InvisiLight® ein System, das eine nahezu unsichtbare Verlegung der Glasfaser ermöglicht. Eine besonders biegeunempfindliche Faser (ITU-T G.657.B3) kann selbst bei engen Radien von 2,5 mm ohne nennenswerte Verluste verlegt werden. Die Faser mit 0,6 mm oder 0,9 mm Durchmesser wird entlang von Sockelleisten oder Türrahmen mithilfe eines transparent trocknenden Klebers befestigt. Dank des geringen Kabeldurchmessers von nur 600 µm ist die Installation nahezu unsichtbar und ohne professionelle Werkzeuge durchführbar.
InvisiLight® eignet sich für Neubauten und Nachrüstungen und kann einfach als DIY-Kit ohne Fachkenntnisse montiert werden.

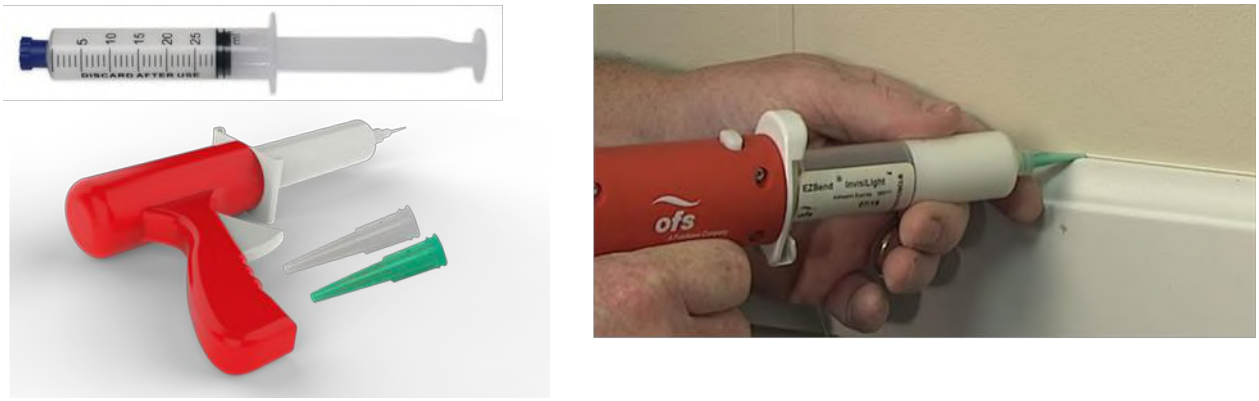


Abbildung 56: InvisiLight® (Lightera)

8.5 Glasfasermodem / ONT

Im Glasfasermodem (auch ONT = Optical Network Termination) erfolgt die optisch/elektrische Wandlung des Signals. Das ONT wird mit einem Gf-Verbindungskabel an die Gf-TA angeschlossen oder direkt in entsprechende Gf-TAs eingebaut.



Abbildung 57: ONT (Quelle DT)

Da das ONT von einem Steckernetzteil mit Strom versorgt wird, ist es erforderlich, dass für das ONT und den Router (Home Gateway) zwei 230 V Steckdosen am Montageort vorgesehen werden. Mit einem Netzwerkkabel mit RJ-45 Steckern (Steckverbinder nach EN 60603-7; Patchkabel der entsprechenden Kategorie Cat.6, Cat.7) wird das ONT mit dem Router (z. B. Speedport od. Fritzbox) verbunden. Am Markt sind auch Router erhältlich, die eine ONT-Funktionalität enthalten.

Hinweis: Die auf den Steckern befindlichen Staubschutzkappen sollten erst kurz vor der Benutzung der Kabel entfernt werden, ggf. sollten die Steckerstirnflächen gereinigt werden.

Hierzu sind nur spezielle Reinigungssets wie z. B. OneClick Cleaner oder spezielle, fusselfreie Reinigungstücher, die mit Isopropyl-Alkohol getränkt sind, einzusetzen.

9 Kontrollieren, Prüfen und Messen in der Netzebene 4

Der folgende Abschnitt listet eine kurze Übersicht über verschiedene Prüf- und Messverfahren auf und stellt exemplarisch Messgeräte vor, um deren Funktionsweise zu veranschaulichen. Es ist wichtig zu beachten, dass die hier präsentierten Beispiele stellvertretend für eine Vielzahl von Lösungen am Markt stehen. Die Auswahl der vorgestellten Geräte und Hersteller ist beispielhaft und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für eine effiziente und normgerechte Abnahme und Fehlersuche an Glasfaserstrecken gibt es neben den hier vorgestellten (Einzel-) Lösungen auch sogenannte Kombitester, die eine Vielzahl der einzelnen Prüf- und Messverfahren mit nur einem Gerät analysieren können.
Messgeräte müssen sorgfältig behandelt werden, gerade bei nur kurzen Terminen in der NE4 kann es passieren, dass die Geräte über Nacht im kalten Auto gelagert waren. Dann ist auf eine ausreichende temperierung zu achten! Sender sind in der Regel einige Minuten vor der Messung einzuschalten, um eine stabile Messung zu gewährleisten.

Beim Bauen der Netzebene 4 sollen **Kontrollen und Prüfungen beim Bauen** sowie eine **Abschlussmessung** nach Fertigstellung der Installationen in der NE4 durchgeführt werden.
Die nachfolgenden Prüfungen und Messungen sind jeweils anhand dieses Schemas dargestellt:

- *Allgemeines zum Messverfahren*
- *Durchführung der Messung*
- *Interpretation der Ergebnisse*

In der Tabelle sind die grundlegenden Kontroll-, Prüf-, und Messverfahren (von schnell und einfach hin zu aufwendig und genau) dargestellt:

Methode	*Funktionsweise*	*Vorteile*	*Nachteile*
1. Sichtkontrolle	Nach Bau und Spleißarbeiten Kontrolle der Kabel (Biegeradien), Stecker und Glasfasern	☑ Schnell ☑ Günstig	✗ Keine Aussage über Funktion/Qualität möglich
2. Rotlichtprüfung	Rotes Laserlicht wird in die Glasfaser eingespeist. Sichtbare Lichtlecks zeigen Brüche oder schlechte Spleiße. Prüfung auf Durchgang und ggf. Vertauschung	☑ Schnell ☑ Günstig ☑ Einfache Handhabung	✗ Nur für kurze Strecken ✗ Keine exakten Messwerte
3. Leitungsprüfung (...eines beschalteten Anschlusses)	Der Anschluss ist in Betrieb, am Gerät wird angezeigt, ob ein Signal anliegt. Der Wert wird in dBm ausgegeben.	☑ Schnell ☑ Günstig ☑ Einfache Handhabung	✗ Keine exakten Messwerte
4. Dämpfungsmessung (beidseitiger Zugang zur Messstrecke notwendig)	Sender & Empfänger an beiden Enden messen den Lichtverlust (Dämpfung)	☑ Exakte Messung ☑ Ideal für Abnahmeprotokolle	✗ Zugang zu beiden Enden der Strecke nötig
5. OTDR-Messung (Messgerät muss nur an einer Seite aufgebaut werden)	Ein Reflektometer misst per Lichtimpuls Reflexionen & Dämpfung über die gesamte Strecke – zeigt auch Entfernung von Fehlern an.	☑ Messung von einer Seite ☑ Lokalisierung von Fehlerstellen ☑ Ideal für lange Strecken	✗ Komplexere Bedienung ✗ geschultes Personal

Abbildung 58: Kontroll-, Prüf-, und Messverfahren von Installationen in der NE4 (Quelle: DT)

Die (**Einfügedämpfung** – IL = Insertion Loss) soll einen Wert von **1,5 dB** nicht übersteigen. Dieser Parameter kann mit einem Dämpfungsmessplatz oder einem OTDR nachgewiesen werden.
Beim Bauen eines Glasfasergebäudenetzes ist darauf zu achten, dass der angezeigte Messwert eines Spleißes ≤ 0,1dB sein sollte. Wird ein Wert > 0,1 dB ermittelt, sollte der Spleiß wiederholt werden!

Hinweis: Es sollten mindestens alle Glasfasern, die mit einem Glasfaserstecker abgeschlossenen sind, geprüft werden.

Vor der Prüfung/Messung sind die Steckerstirnflächen zu reinigen. Dies kann mit einem fusselfreien Tuch und Isopropyl-Alkohol oder mit einem eigens hierfür vorgesehenen Steckerreinigungs-Tool

(One-Klick-Cleaner) erfolgen. Nach der Prüfung/Messung sind die Stecker sofort wieder mit der passenden Staubschutzkappe zu schützen.

Die Übertragungs-Eigenschaften des Gebäudenetzes sollten nach Fertigstellung der Bau- und Montagearbeiten gemessen werden, um sicherzustellen, dass die maximal vorgegebenen Dämpfungswerte eingehalten werden. Die ist auch für eine Bauabnahme unerlässlich, denn das Netz soll ja schließlich über viele Jahre bestens funktionieren. Die Messergebnisse sollten in einem Messprotokoll oder Gebäudedämpfungsplan dokumentiert werden.

Bei APC-Steckern (welche in diesem Ratgeber als fundamentales Bauteil empfohlen werden) liegt der Return Loss (die sogenannte Rückflussdämpfung) in der Regel bei **-60 dB** oder besser. Dieser Wert ist wichtig und gibt an, wie viel Licht zum Sender zurückreflektiert wird. Wenn der Wert zu klein ist, wird viel Licht reflektiert und kann damit das Nutzsignal stören. Er ist i.d.R. nicht erneut zu messen, wenn Sie der Steckerempfehlung LC-APC folgen. Der entscheidende Punkt ist der **8° Schrägschliff (APC-angled physical contact) der Endfläche**. Bei einem solchen Winkel wird das reflektierte Licht nicht direkt in den Faserkern zurückgeworfen, sondern in den Fasermantel abgelenkt und geht somit aus dem Kern verloren. Dadurch wird die Rückreflexion zur Lichtquelle minimiert.

9.1 Sichtkontrolle (in der Bau- und Installationsphase)

Grundsätzlich sollte der Weg der verlegten Kabel sowie die Sauberkeit in den Glasfaserverteilern in Augenschein genommen werden. Sind Kabel geknickt, Biegeradien von Rohren schon augenscheinlich zu eng oder befindet sich noch grober Baudreck oder Bohrstaub in den Glasfasergehäusen, sollte das als Erstes verbessert bzw. die Mängel abgestellt werden.
Verschmutzungen führen, auch trotz der Verwendung von Staubschutzkappen, oft zu Kratzern und anderen Defekten im Kernbereich der Faser, die sich auch durch Reinigung nicht mehr beheben lassen. Solche Beschädigungen können die Dämpfung stark erhöhen und für hohe Verluste sorgen. Mit einem speziellen Video-Mikroskop (Fiber-Inspection-Tool) lassen sich solche Defekte erfassen und nach DIN EN IEC 61300-3-35 automatisiert bewerten.

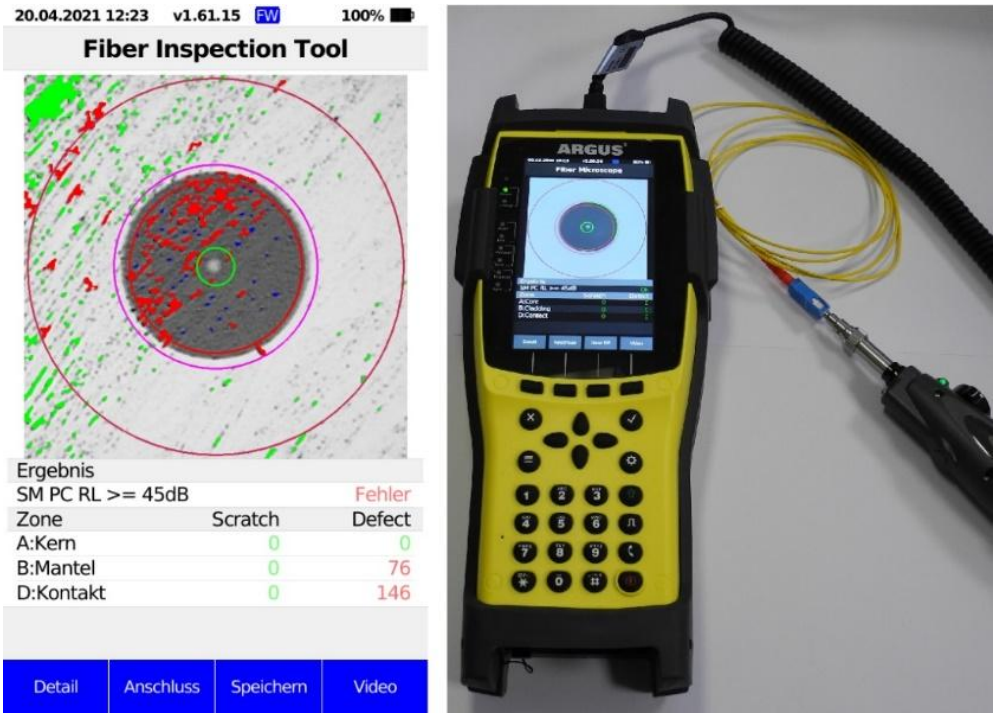


Abbildung 59: Fiber-Inspection-Tool (Quelle: Fa. intec)

9.2 Rotlichtprüfung

Allgemeines zum Messverfahren

Alle gespleißten Glasfasern sind auf Durchgang und Vertauschung zu prüfen. Diese Prüfung ist z. B. mit einem optischen Durchgangsprüfgerät (z. B. Rotlichtquelle) durchzuführen. Festgestellte Mängel und offensichtliche Fehler sind zu beseitigen.Für die Prüfungen auf Durchgang und Vertauschung einer Glasfaser ist z. B. eine Rotlichtquelle (vergleichbar eines Laserpointers mit entsprechender Stecker bzw. Ferrulenaufnahme) geeignet. Dabei wird sichtbares Licht auf der einen Seite (z.B. Gf-TA) eingekoppelt und am Gebäudeverteiler (Gf-GV) sollte dann der entsprechende Stecker „leuchten". Somit kann die grundsätzliche Funktion und auch ggf. der richtige Steckplatz ermittelt werden. Über eine gute Qualität der Gebäudenetzinstallation (geringe Dämpfung) lassen sich hiermit jedoch keine Aussagen treffen.



Abbildung 60: Beispiele zu Rotlichtquellen (Quellen: links; Fa. VIAVI; rechts: Fa. 3 Edge)

Durchführung der Messung

Die Rotlichtquelle („VFL" – Visual Fault Locator, oft als Stift oder Box) wird mittels passendem Adapter an einen Stecker am einen Ende der zu prüfenden Glasfaser angeschlossen. Je nach Anwendungsfall kann das andere Faserende frei bleiben oder an der Zielseite im Verteiler (Gf-GV) nachvollzogen werden, um die richtige Zuordnung sicherzustellen. Die Lichtquelle sendet ein sichtbares rotes Licht durch die Faser. Am anderen Ende kommt das Licht heraus, wenn die Faser durchgängig ist. So lässt sich auch die Zuordnung bzw. der Verlauf Gebäudeverteiler nachvollziehen. Brüche, starke Biegungen oder beschädigte Spleißstellen werden deutlich sichtbar, weil an der Schadstelle rotes Licht durch den Faser- oder Kabelmantel austritt und dort oft als „Leuchten" erkennbar ist.

Interpretation der Ergebnisse

Ist das Licht am anderen Ende klar sichtbar, ist die Faser durchgängig. An leuchtenden Fehlstellen entlang der Faser erkennt man Brüche oder starke Mikro-/Makrobiegungen, die das Signal behindern oder unterbrechen. Wo kein Licht durchkommt, besteht entweder ein vollständiger Bruch oder ein starker Defekt.
➔ **Wichtiger Hinweis:** Da es sich um einen sichtbaren Laser handelt, ist **Augenschutz** unerlässlich – niemals direkt in die Faser oder die Quelle schauen.

9.3 Leitungsprüfung

Allgemeines zum Messverfahren

Zur Überprüfung einer beschalteten Glasfaserleitung (GPON) beim Kunden wird ein kleines Messgerät an der Gf-TA angeschlossen. Das Gerät zeigt die eingehende optische Leistung in dBm an.

Liegt ein entsprechender Pegel an, ist sichergestellt, dass vom OLT (Optical Line Terminal) tatsächlich ein Signal auf die Leitung gesendet wird und die Verbindung physikalisch besteht.

Durchführung der Messung

Mit einem Patchkabel wird die Gf-TA mit dem Tool verbunden. Der optische Pegelmesser wird eingeschaltet und die entsprechende Wellenlänge wird ausgewählt. Bei standardisierten FTTH-Anschlüssen ist die Wellenlänge 1490 nm für den Messvorgang auszuwählen. Nach Auswahl der Wellenlänge drücken Sie die Taste zur Messung der optischen Leistung. Das Gerät zeigt den gemessenen Pegel in dBm (Dezibel Milliwatt) an.

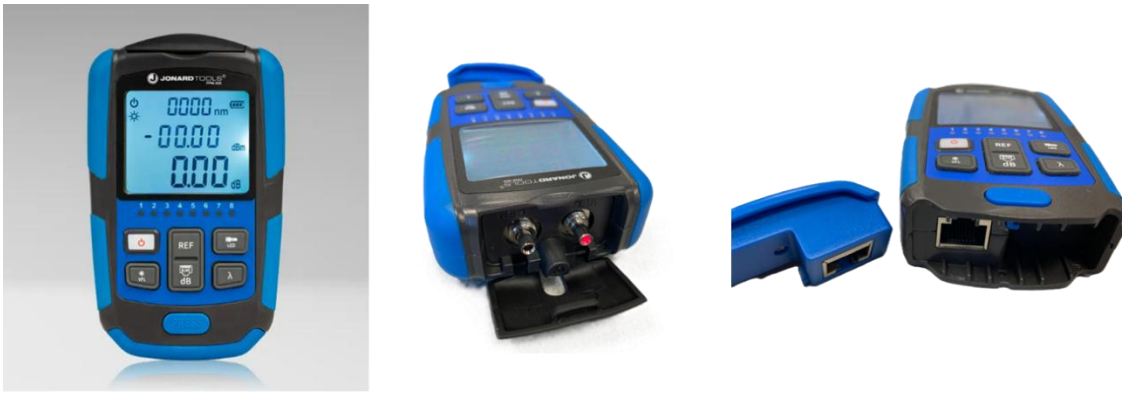


Abbildung 61: Beispiel Optischer Pegelmesser FPM-50S (Quelle: Fa. Jonard) mit Rotlichtquelle und Kupferlink-Tester

Interpretation der Ergebnisse

Ein typischer Wert für eine funktionierende FTTH-Leitung liegt zwischen -12 dBm und -24 dBm bei der Wellenlänge 1550 nm. Ein angeschlossener ONT sollte sich mit dem OLT des Netzbetreibers schnell synchronisieren und somit einwandfrei funktionieren.



Abbildung 62: Optischer Pegelmesser FPM-50S mit einem angezeigten Messwert

Zusätzliche Prüfoption von (Kupfer-) Netzwerkleitungen

Das Gerät ist auch in der Lage zu prüfen, ob die (Kupfer-) Datendose richtig installiert ist. Dabei wird ähnlich wie bei der optischen Pegelmessung, ein integrierter Sender aus dem Gerät entnommen und kann an die Datendose mittels Kupferdatenkabel z. B. an einer Datendose angesteckt werden und das Hauptgerät wird im Sternpunkt der Wohnungsverabelung angesteckt. Wenn alles richtig montiert

worden ist, leuchten die Zahlen von 1…8 in der richtigen Reihenfolge nacheinander auf. Dies geschieht sowohl beim Sender auch beim Empfänger. Eine Vertauschung der Adern bei der Installation kann so schnell ermittelt bzw. ausgeschlossen werden.

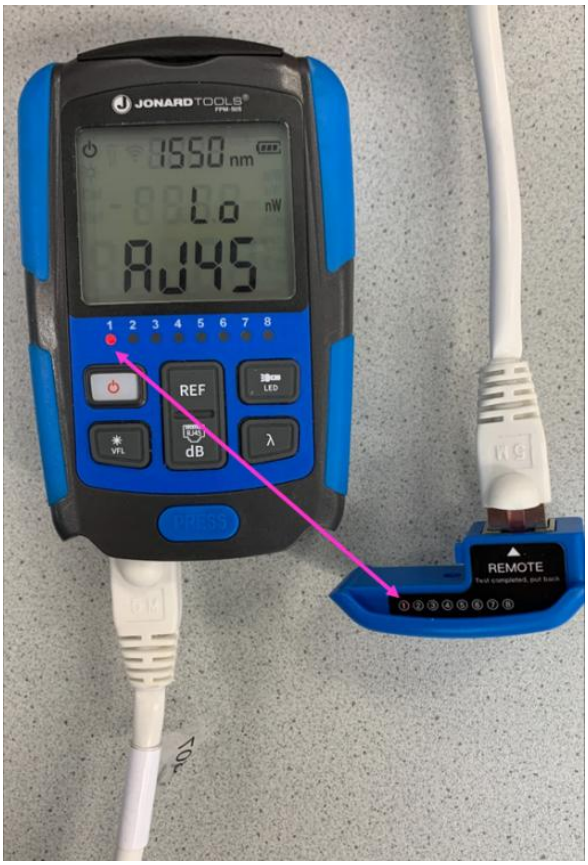


Abbildung 63: Optischer Pegelmesser FPM-50S als Kupfer-Netzwerkprüfgerät

9.4 Dämpfungsmessung (Pegelsender und Pegelmesser)

Allgemeines zum Messverfahren

Eine Dämpfungsmessung (gemessen in dB = Dezibel) an Kabeln eines Glasfasergebäudenetzes dient dazu, die **Signalstärke** über die gesamte Verbindung zu überprüfen und sicherzustellen, dass sie den vorgegebenen Standards entspricht. Eine Dämpfungsmessung ist eine essenzielle Qualitätskontrolle, um die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit eines Glasfasergebäudenetzes zu gewährleisten.
Dabei wird gemessen, wie stark das optische Signal auf seinem Weg durch das Glasfaserkabel und die dazugehörigen Komponenten (Spleiße, Stecker) abgeschwächt wird. Eine zu hohe Dämpfung kann zu Datenverlusten und einer schlechten Netzleistung führen.
Für eine einfache Messungen in Gebäuden (Netzebene 4) sind für relativ kurzen Gf-Strecken Dämpfungsmessungen mit Sender und Empfänger gut geeignet. Auch bei diesem Messverfahren wird ein Signal auf der einen Seite (z. B. Gf-TA) eingekoppelt und am Gebäudeverteiler (Gf-GV) gemessen. Folgende Messgerätetypen können beispielhaft empfohlen werden:



Abbildung 64: Optischer Pegelsender und -empfänger Fa. VIAVI

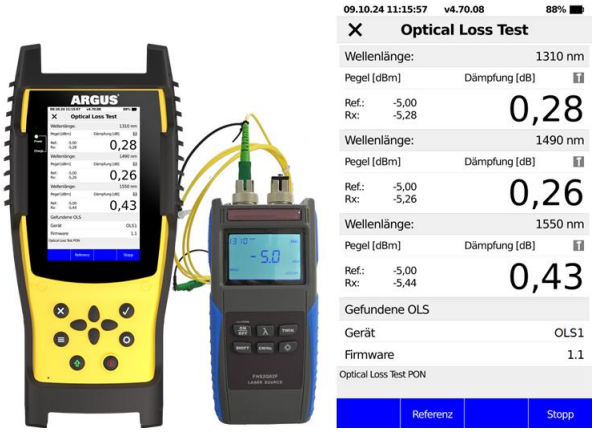


Abbildung 65: ARGUS F240 OLTS (Quelle: Fa. intec)

Bei modernen Dämpfungsmesssets (Optical Loss Test Sets/OLTS) stimmen sich Lichtquelle (OLS) und Pegelmesser (OPM) in Bezug auf Sendepegel und Wellenlänge automatisiert über die zu messende Glasfaser ab.

Durchführung der Messung

Die Lichtquelle wird an ein Ende der Glasfaser (z. B. am Gf-GV) angeschlossen. Diese gibt Licht einer bestimmten Wellenlänge (z. B. 1550 nm) in die zu messende Faser. Am anderen Ende der Glasfaser (z. B. Gf-TA) wird das Leistungsmessgerät angesteckt. Dieses misst, wie viel Licht am Empfangsort noch ankommt. Vor der eigentlichen Messung wird eine Normierung mit einem Referenzkabel gemacht ("0 dB"-Abgleich), damit spätere Messwerte auf diesen Nullpunkt bezogen werden können. So erhält man dann näherungsweise die Dämpfung der Strecke. Näherungsweise deshalb, weil die Steckverbindung zum eigenlichen Betrieb jeweils mit andern Steckern verbunden wird – in der Gf-TA wird der ONT und im Gebäudeverteiler der passende Stecker des Netzbetreibers neu eingesteckt.

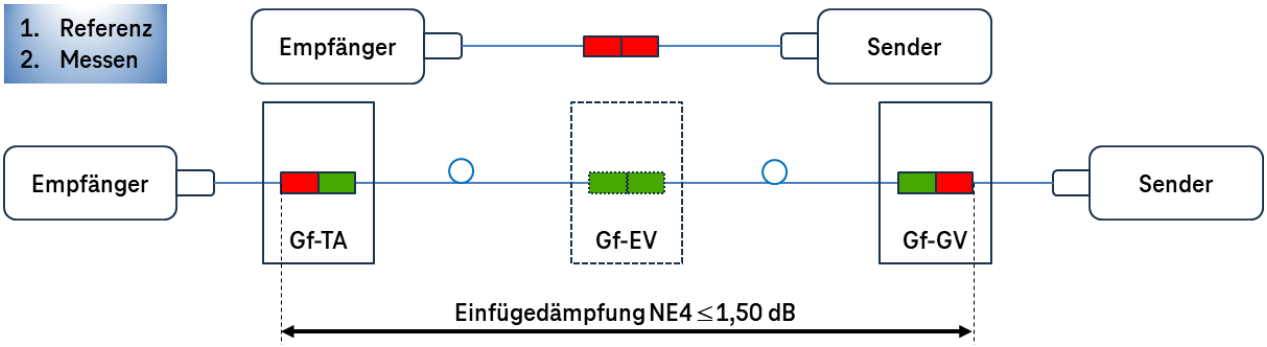


Abbildung 66: Messanschaltung Pegelmessgeräte – Normierung und Messung mit 2 Kabeln (Quelle: DT)

Beschrieben wird die Ausführung A: Bezugsverfahren mit zwei Schnüren (nach EN 61280-4-2 „Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 4-2: Installierte Kabel–anlagen – Einmoden-Dämpfungs- und optische Rückflussdämpfungsmessung“ (2014)).

Die Messung wird in einem nicht beschalteten Zustand zwischen Gf-GV und Gf-TA vorzugsweise bei den Betriebswellenlängen 1310 nm und 1550 nm durchgeführt.

Zuerst muss sichergestellt werden, dass das optische Messgerät mit ausreichend Batterien versorgt ist. Die Reinigung aller Glasfaserstecker mit einem fusselfreien Tuch oder mit einem geeignetem Trockenreiniger ist vor jedem Steckvorgang sicherzustellen, damit keine Verschmutzungen die Messung beeinträchtigen.
Die angeschlossene Gf-TA wird mit einem geeignetem Glasfaser-Patchkabel mit dem Messgerät verbunden. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Stecker fest sitzt und keine Beschädigungen aufweist. Unterschiedliche Steckertypen dürfen keinesfalls miteinander verbunden werden, da dies den vorhandenen Stecker in der Gf-TA dauerhaft schädigen könnte.

Interpretation der Ergebnisse

Liegen die gemessenen Werte der Einfügedämpfung unter dem geforderten Wert (1,5 dB) sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Ist die Dämpfung zu hoch, liegt ein Fehler vor (z. B. eine defekte Faser, eine schlechte Spleißverbindung oder ein verschmutzter Stecker). Wenn der gemessene Wert zu hoch (oder zu niedrig ist), überprüfen Sie die Verbindungen und reinigen Sie die Stecker erneut. Wiederholen Sie die Messung, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse konsistent sind. Wird der geforderte Wert überschritten, ist eine Analyse durchzuführen. Die Fehlerursache ist zu beseitigen. Die Messung ist zu wiederholen und die Ergebnisse sind zu dokumentieren, z. B. in dem angefügten Mustermessprotokoll.

9.5 OTDR-Messung

Für aufwendige Messprotokolle und komplizierte Fehlersuchen kommen „größere“ OTDR Geräte zum Einsatz. Diese sind eher für Spezialisten geeignet, welche sich häufiger mit dieser Thematik beschäftigen und auch eine entsprechende Ausbildung/Schulung an den Geräten haben.

Allgemeines zum Messverfahren

Mit einem OTDR werden kurze Lichtimpulse in die Glasfaser gesendet und die zurück–gestreuten/reflektierten Lichtanteile detektiert und ausgewertet. Mit dem Rückstreumessverfahren kann eine ortsaufgelöste Darstellung der Ereignisse (Stecker, Spleiße, Faserlänge, Faserende) einer

Glasfaserstrecke aufgezeigt und bewertet werden. Die Gesamtdämpfung einer Glasfaserstrecke aber auch die Einzeldämpfungen von Spleißen und Steckverbindungen können messtechnisch ermittelt werden. Darüber hinaus kann die Rückflussdämpfung (ORL) einer Gf-Strecke gemessen werden. Durch die ortsaufgelöste Messung können punktgenau Faserbrüche oder punktuelle Dämpfungserhöhungen ermittelt und somit auch frühzeitig, potentielle Fehlerquellen aufgezeigt werden.
Das OTDR-Messverfahren hat am Anfang der Messstrecke eine sogenannt „Totzone“, so dass Anfangsereignisse einer zu messenden Glasfaserstrecke vom Messgerät nicht erfasst werden. Damit auch die Anfangsereignisse einer Gf-Strecke miterfasst werden können, empfiehlt es sich eine Vorlauf-Glasfaser (z. B. 100 m-Länge) zwischen dem Messgerät und der zu messenden Strecke einzuschalten.

Durchführung der Messung

Grundsätzlich ist die Vorgehensweise aber vergleichbar zum vorherigen Kapitel. Deshalb sollen an dieser Stelle nur einige Messgeräte beispielhaft gezeigt werden.
Hinweis: Durch eine höhere Empfindlichkeit im Bereich 1625 nm oder 1650 nm können Montagefehler bei Messung mit einem OTDR besser erkannt werden.



Abbildung 67: Beispiele von OTDR´s für NE4 (Quellen: links: Fa. Yokogawa; rechts: Fa. 3 Edge /Fa. EXFO)

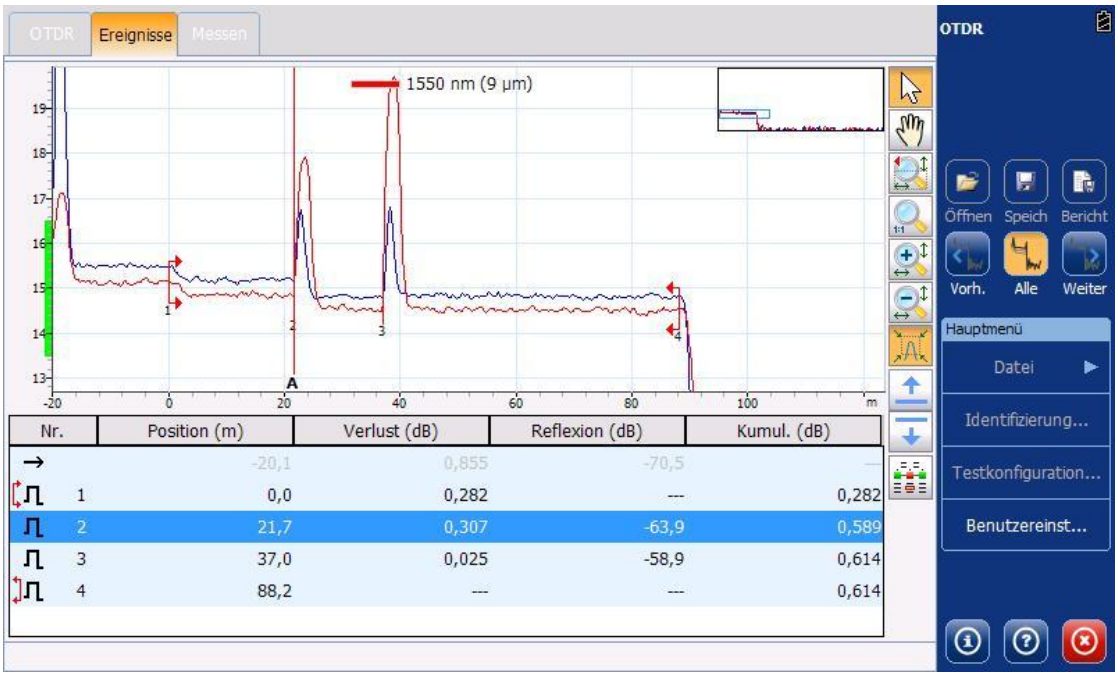


Abbildung 68: Typischen OTDR-Messkurve mit Zuordnung der gemessenen Ereignisse (Quelle: Fa. 3 Edge / Fa. EXFO)

Interpretation der Ergebnisse

Eine **OTDR-Messkurve** zeigt die Reflexion und Dämpfung von Licht in einem Glasfaserkabel und hilft bei der Fehlerdiagnose. Typische Merkmale der Messkurve sind Abschnitte mit gleichmäßiger Steigung (normale Dämpfung) sowie Sprünge oder Spitzen, die auf Spleißstellen, Steckverbinder oder Fehler hinweisen. Abfälle oder starke Anstiege deuten meist auf Störungen wie Kabelbrüche oder starke Reflexionen. So erkennt man leicht die Position und Art eines Problems in der Faser, ohne komplizierte Analysen. Grundsätzlich ist diese Art der Auswertung eher bei einer Fehlersuche notwendig. Bediener des Gerätes haben i. d. R. tiefes Hintergrundwissen über physikalische Zusammenhänge und Schulungen zur Bedienung des jeweiligen Messgerätes erhalten.

9.6 Protokollierung der NE4

Nach Abschluss der Bau- und Installationsmaßnahmen sollten alle Gf-Leitungswege gemessen und protokolliert werden. Eine Abnahme des Gewerkes kann so einfach gemacht werden.
Nachfolgend ist ein Musterbeispiel für ein Messprotokoll aufgeführt. In diesem Messprotokoll kann für jeden Leitungsweg (Gf-GV im Keller bis zur Gf-TA in der Wohnung) die Faserdämpfung (Einfügedämpfung) je Faser protokolliert werden.
Der Dämpfungsmesswert bei 1310 nm und 1550 nm muss gemessen und eingetragen werden.

Hinweis: *Die Protokollvorlage kann im EXCEL-Format für den freien Gebrauch heruntergeladen werden (benutzen Sie dazu gern den beigefügten QR-Code); eine DIN-A4 Version kann auch am Ende des Dokumentes direkt zum ausgedrucken genutzt werden.*

Abnahmemessung Glasfaser - Gebäudenetze

Gemessen nach: EN 61280-4-2 und EN 50700:2014

PLZ	Ort	Straße	Haus-Nr.	Zusatz

Singlemodeglasfaser G.657.A2 ☐ G.652.D ☐ Glasfaserstecker LC-APC ☐

Messgerät	Geräte-Typ	Geräte-Nr.	Kalibriert bis
Pegelsender			
Pegelmesser			
(OTDR)			

Gebäude-teil	Etage/ Geschoss	Gang	Wohnung Nr.	Faserprüfung auf Durchgang und Vertauschung erfolgreich	Einfügedämpfung in dB			Bemerkung
					1310 nm	1550 nm	(1625 nm)	

Sollwerte				
Einfügedämpfung 1310/1550	≤ 1,5 dB			Faserprüfung erfolgreich

Ausfüllempfehlung										
Gebäudeteil	A-Z	Etage/Geschoss	00-89	Untergeschoss	99-90	Gang	L - Links M - Mitte R - Rechts		Wohnung Nr.	001 - 999

Gemessen und geprüft von:

Datum: | Firma: | Name: | Unterschrift:

Gebäudeeigentümer oder Bevollmächtigter

Datum: | Firma: | Name: | Unterschrift:

Messprotokoll aus "Ratgeber NE4/NE5 "Glasfasernetze in Gebäuden & Hinweise zu Wohnungsnetzen" (Stand 22.11.2025)

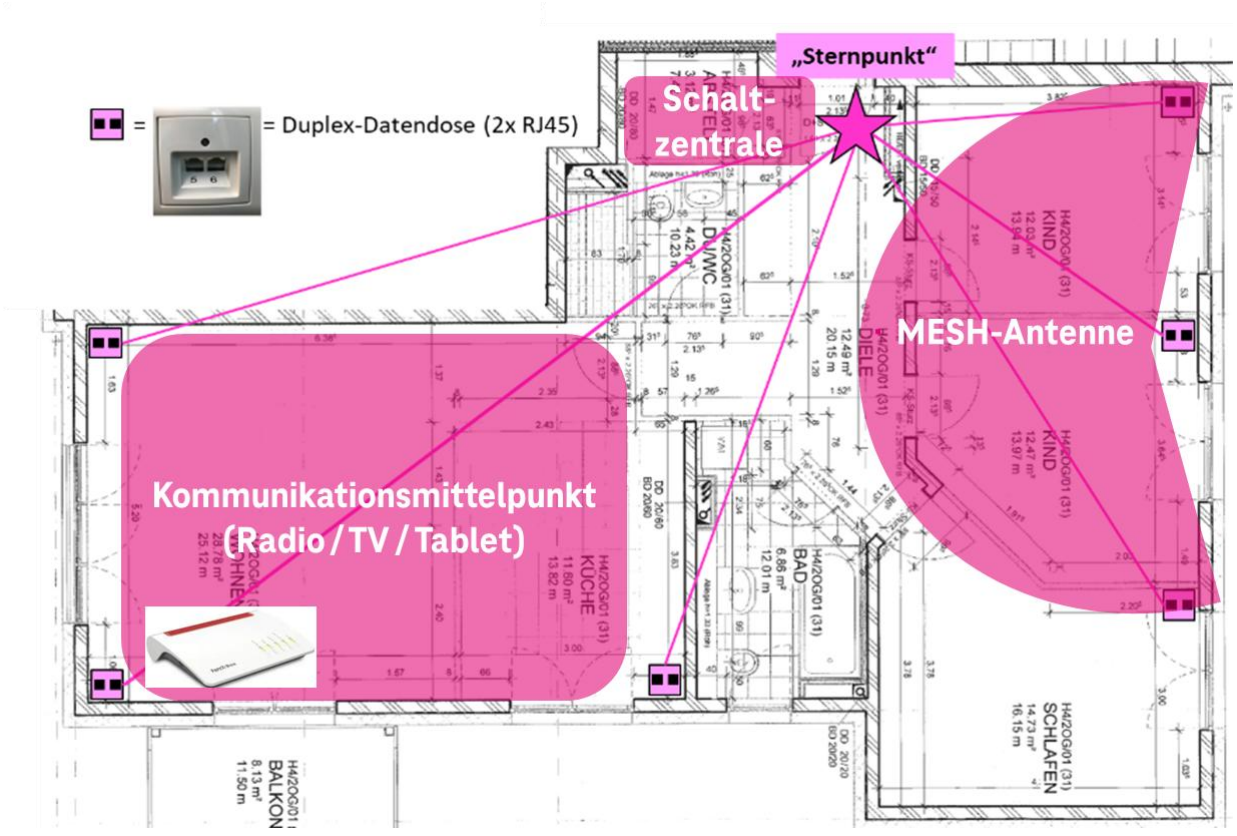
Abbildung 69: Vorlage für ein Abnahmemessprotokoll (Quelle: DT)

10 Das Wohnungsnetz

10.1 Einführung und Planungshinweise

Bei einem Glasfaseranschluss wird das ankommende Signal des Glasfasernetzes im ONT in ein elektrisches Signal gewandelt. Das ONT wird mit einem Netzwerkkabel an den Router (Home Gateway; z. B. Speedport oder Fritzbox,) angeschlossen. Der Router leitet die elektrischen Signale zu den Netzwerkdosen bzw. zu den Endgeräten innerhalb der Wohnung weiter. In diesem Kapitel soll hauptsächlich die Verteilung der Dienste mit leitergebundenen Medien (Kupfer-Kabel) erläutert werden. Selbstverständlich ist auch die Nutzung des in den Routern eingebauten WLANs für bestimmte Dienste möglich.

Hinweis: 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 Versorgungsbereiche gut erreicht, in denen Sie drahtlos arbeiten möchten!



Es wird empfohlen mindestens eine (sternförmige) Verkabelung der Klasse D (gemäß DIN EN 50173-1) mit Komponenten wie Netzwerkdosen und Kupferkabel mindestens der Kategorie 6 (Cat.6) zu installieren. Das garantiert bei fachgerechtem Einbau eine Datenrate von bis zu 1 Gbit/s.
Zum einfachen Betrieb sollten alle Kupferkabel an einem Punkt z. B. im Multimediaverteiler enden (Sternnetz nach DIN EN 50173-4). Dort können alle Kupferkabel auf einem Ethernet-Verteiler abgeschlossen werden und auf den in der Nähe befindlichen Switch gesteckt (gepatcht) werden. Dazu benötigt man kurze Kupferkabel 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 Breitbandsignal optimal zu den einzelnen Räumen der Wohnung 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 „Fernsehecken“ in der Wohnung?
- Wo werden Netzwerkanschlüsse für weitere Endgeräte (PC, TV, etc.) in der Wohnung benötigt?
- Wo wird der „Sternpunkt“ des Wohnungsnetzes installiert?

Bei Neubauten sollte man in jedem Fall mit einer „Papierplanung“ basierend auf dem Wohnungsgrundriss beginnen! Hier werden Positionen vom Multimediaverteiler, Netzwerkdosen, Steckdosen und ggf. Antennendosen eingetragen, möglichst angepasst an künftige Erfordernisse, Möblierung und Raumnutzung.

In jedem Raum sollte mindestens eine Netzwerk-Doppeldose (2xRJ45), bei größeren Räumen sollten zwei Doppeldosen an gegenüberliegenden Wänden installiert werden. 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 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 Netzwerkdosen (RJ45-Stecker) sind in den handelsüblichen Schalterprogrammen verfügbar. Es wird empfohlen, zu jeder Netzwerkdose eine Steckdose (230V) für die Stromversorgung der Endgeräte einzuplanen. Das folgende Bild zeigt dies beispielhaft.



Abbildung 70: Mögliche Konfiguration von Wandauslässen (Koax, Daten und Strom) (Quelle: DT)

Im Sternpunkt vereinen sich eine große Anzahl an Geräten und Netzwerkkabel. 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.

Als Praxisbeispiele werden in den nachfolgenden Kapiteln zwei Installationsmöglichkeiten aufgezeigt. Dabei gibt es kein richtig oder falsch – es muss für die individuellen Bedürfnisse passen. In beiden Fällen kann die WLAN-Abdeckung innerhalb einer Wohnung oder eines Hauses erhöht werden, indem in Bereichen mit schlechtem WLAN-Signal sogenannte WLAN-Accesspoints (WLAN-Mesh-Antennen) an den dort befindlichen Netzwerkdosen ergänzt werden.

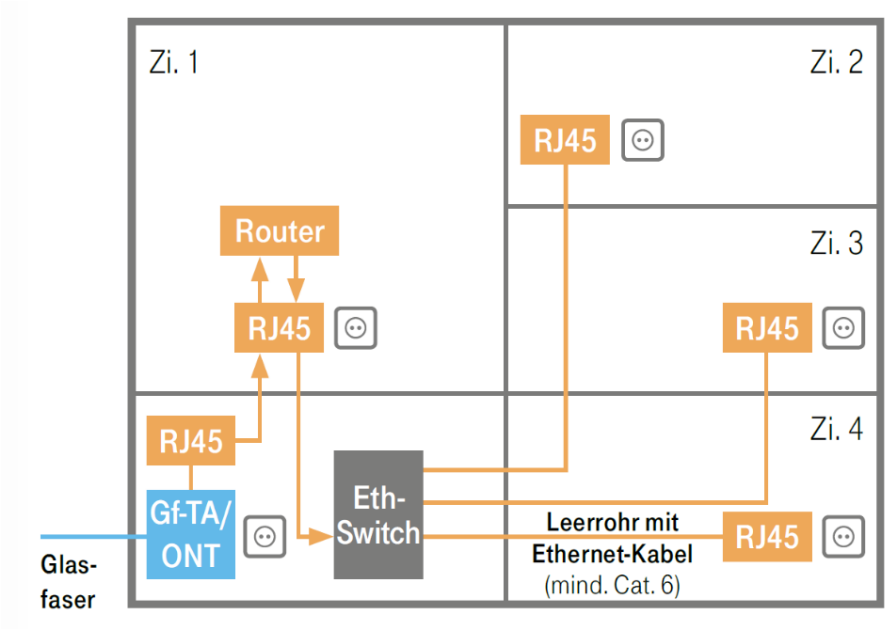


Abbildung 71: Prinzipdarstellung (Draufsicht) einer Verkabelung in einer Beispielwohnung (Quelle: DT)

Legende und wichtige Hinweise
Blau: Glasfaserleitung und -geräte
Orange: Leerrohr mitmind. Cat-6-Ethernet-Kabel/RJ45-Dosen/230-Volt-Steckdosen/Ethernet-Switch/Router; flexibles Ethernet-Kabel für Verbindung zwischen Gf-TA/ONT und direkt daneben-liegender RJ45-Dose
Gf-TA und ONT: Glasfaser-Teilnehmeranschlussdose/ONT (Optical Network Termination; Umsetzung optische Signale in elektrische Signale), auch Glasfaser-Modem genannt
RJ45: Netzwerkdose/-doppeldose
Ethernet-Switch: Netzwerkverteiler/Netzwerkweiche

10.2 Multimediaverteiler mit Router

Diese Möglichkeit bietet eine sehr kompakte Installation. Alle Komponenten des Breitband-anschlusses sind in einem Multimediaverteiler untergebracht. Der Router kann in der Regel (nur) 4 zusätzliche Datendosen in anderen Räumen versorgen. Da der Multimediaverteiler oft im Flur oder im Wohnungseingangsbereich eingeplant wird, ist in der Regel eine WLAN-Versorgung in den Räumen der Wohnung nicht optimal. Aus diesem Grund sollte bei dieser Variante eine **Kunststofftür** im Multimediaverteiler eingebaut werden, um das Funksignal durch eine Metalltür nicht zusätzlich zu schwächen.

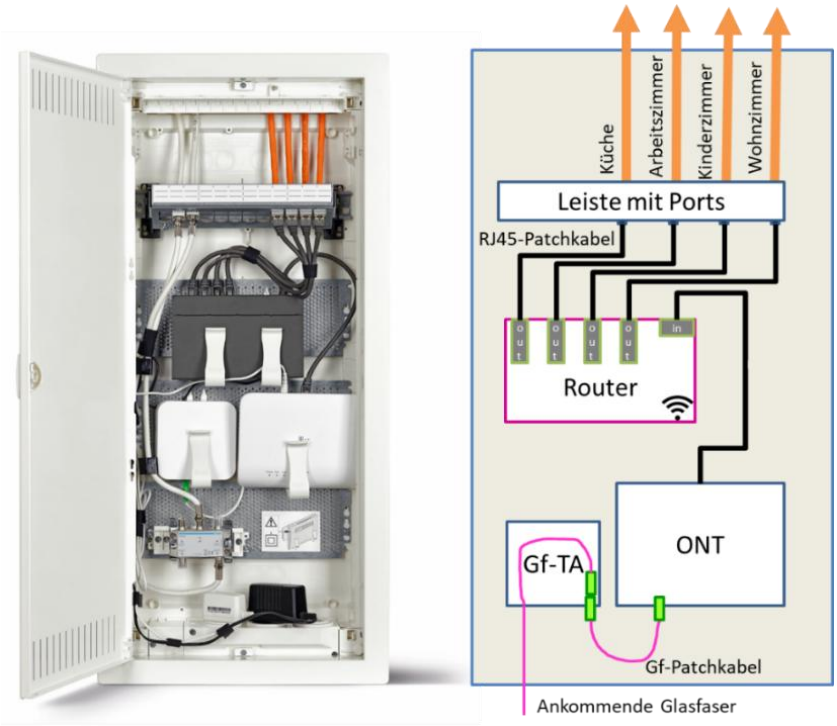


Abbildung 72: Beispiel eines beschalteten Multimediaverteiler (Quelle: links: Fa. Hager Electro; rechts: DT)

10.3 Multimediaverteiler mit ausgelagertem Router

Bei dieser Ausbauvariante wird die passive Verkabelung (Sternpunkt) und der Übergabepunkt des Netzbetreibers (Gf-TA und ONT) in den Multimediaverteiler eingebaut. Der WLAN-Router wird außerhalb des Multimediaverteilers z. B. im Wohnzimmer oder im Arbeitszimmer platziert. Von diesem zentralen Punkt der Wohnung kann die Anschaltung der Endgeräte wie Set-Top Box, HiFi-Anlage (Streaming-Dienste) und PC bzw. Laptop an die Schnittstellen des WLAN Routers auf kürzestem Weg vorgenommen werden. Da in diesem Bereich eine Datendoppeldose installiert ist, wird der zweite Anschluss/Port dazu benutzt, das Breitbandsignal wieder in den Multimediaverteiler zurück zu leiten und einem Ethernet-Switch zuzuführen. Dieser verteilt dann das Signal auf die anderen Räume. Mit einem Switch kann leicht die Anzahl der möglichen Endstellen (aktiven Datendosen) auf z. B. 8 oder 12 erhöht werden. Parallel könnten weitere Endgeräte durch Nutzung des Router-WLAN-Signals „drahtlos“ angebunden werden.

Eine schematische Darstellung mit Switch im Multimediaverteiler und „ausgelagertem“ WLAN-Router ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

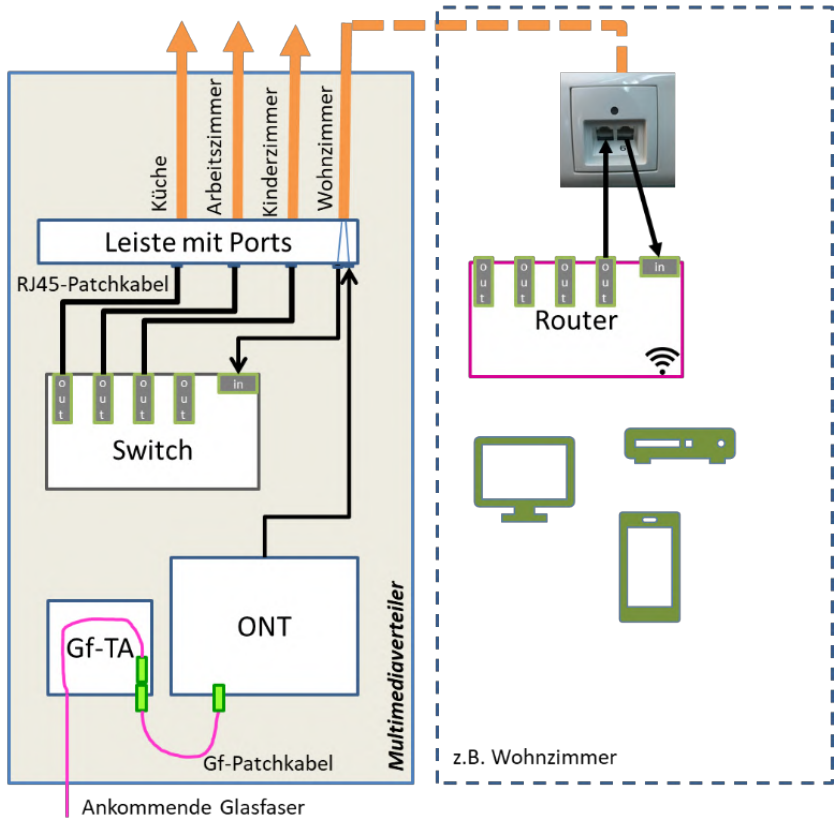


Abbildung 73: Prinzipdarstellung eines beschalteten Multimediaverteiler mit ausgelagertem Router (Quelle: DT)

10.4 Wie schnell ist mein eigenes Netz?

Zur Überprüfung der Übertragungsgeschwindigkeit in Ihrer Wohnung (Heimnetz) bieten sich die folgende Apps an (Breitbandmessung, Speedtest). Laden Sie diese z. B. auf ihr Smartphone. Stellen Sie sicher, dass sie sich mit dem Endgerät im eigenen WLAN-Netz befinden (sonst messen Sie die Geschwindigkeit ihres Mobilfunkanbieters)!

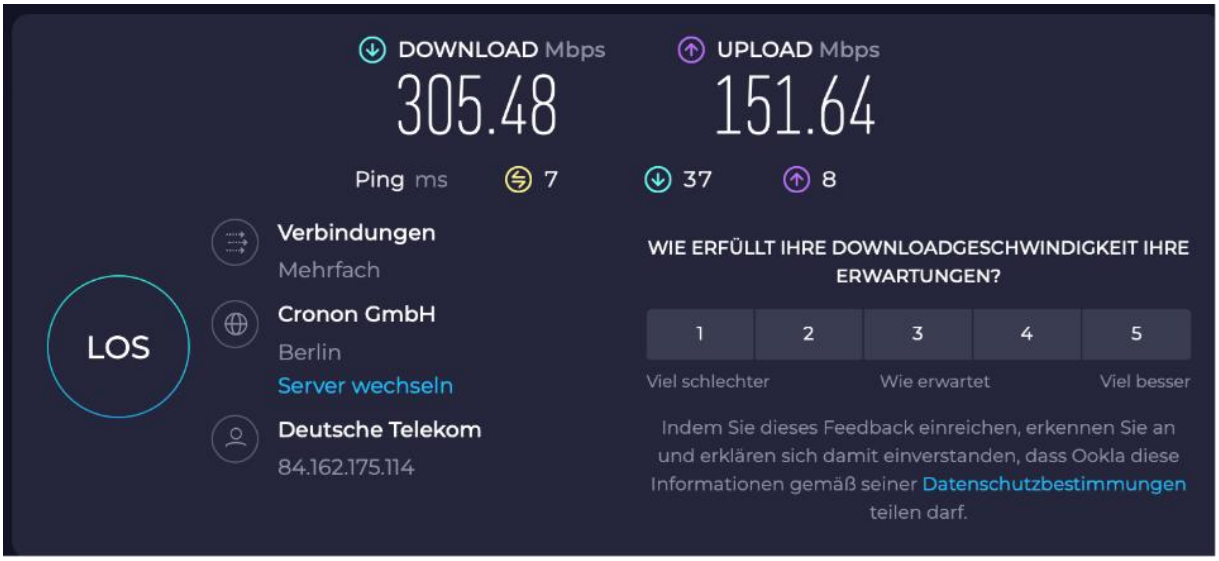


Abbildung 74: Typisches Ergebnis eines Breitbandanschlusses (Quelle: DT)

10.5 Das Glasfaser-Wohnungsnetz

Bereits mit einer Glasfaserverbindung innerhalb der Wohnung kann man schon heute verfügbare Endgeräte (WLAN-Router) flexibel in der Wohnung positionieren. Sei es, dass man den optimalen WLAN-Punkt verschiebt oder der Netzanbieter mit dem Glasfaserkabel an einer anderen Stelle in die Wohnung kommt, weil sich beispielsweise die Verlegung über die Fassade oder einen stillgelegten Kaminschacht angeboten hat.

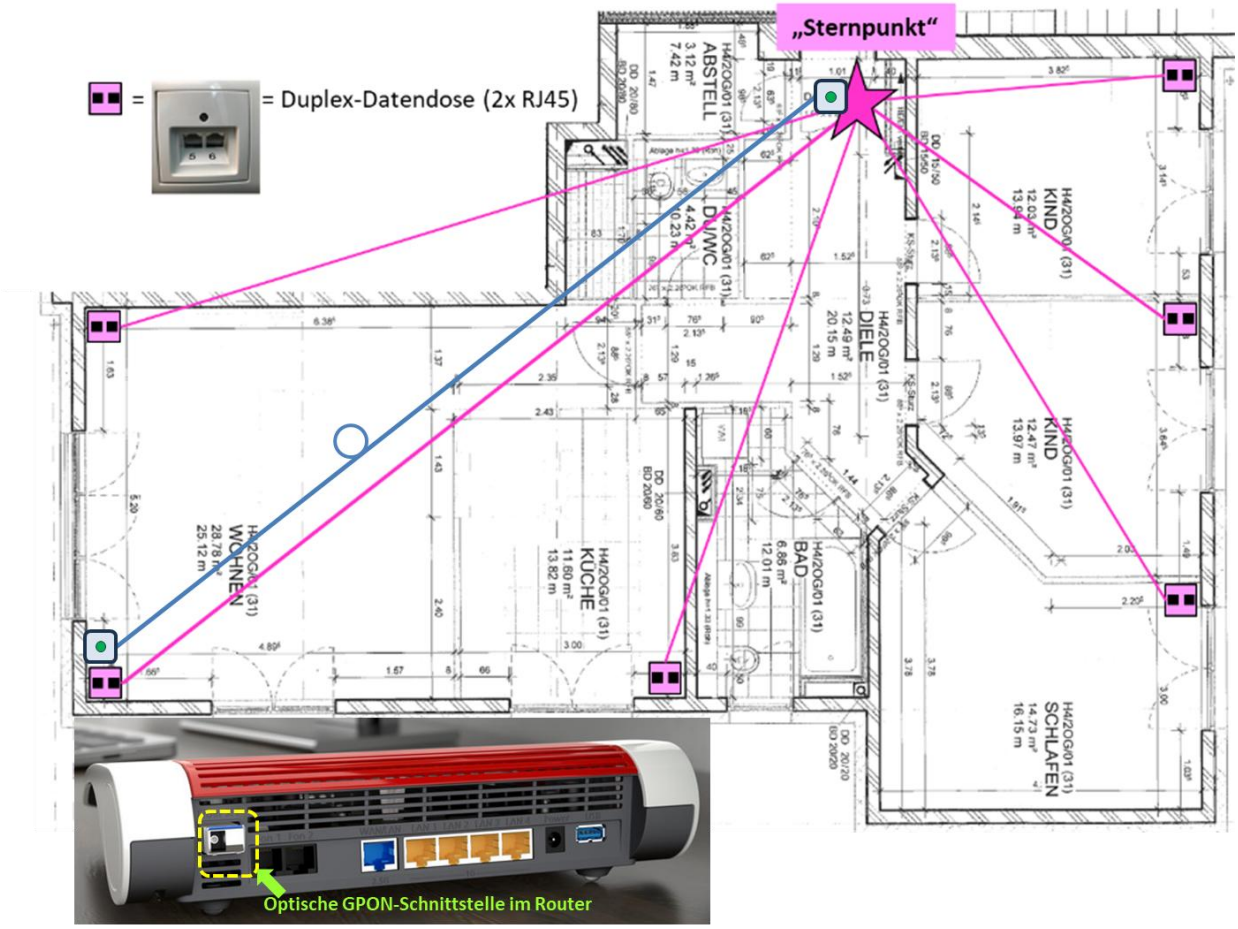


Abbildung 75: Einstieg in eine glasfaserbasierte Wohnungsverkabelung (Quelle: DT/ FRITZ! GmbH)

Die Glasfaserverlängerung innerhalb einer Wohnung oder eines Einfamilienhauses (EFH) erlaubt es, den optischen Netzabschluss (ONT/ONU) weiter vom Wohnungseingang entfernt zu platzieren. Standardmäßig endet die Glasfaserinstallation etwa 2-3 Meter hinter der Eingangstür (Wohnungseingangspunkt, WÜP). Verlängerungen können durch den Servicetechniker oder mithilfe eines Verlängerungskits vom Kunden selbst durchgeführt werden. Damit rückt der Glasfaseranschluss näher an das Endgerät, was eine stabilere Verbindung ermöglicht.

International setzt sich der Trend durch, Glasfasern bis zu einzelnen Räumen zu verlegen, um dort WLAN-Access Points zu versorgen, was eine optimale WLAN-Abdeckung und höhere Bitraten sichert. Diese „Fiber to the Room“ (FTTR)-Technik bietet Vorteile für aktuelle und zukünftige Netzanforderungen mit Anwendungen, die höhere Geschwindigkeiten und niedrigere Latenzen erfordern. Es wird erwartet, dass dieser Trend auch in Deutschland ankommt, wobei erste Gerätehersteller bereits Produkte vorbereiten.

Um eine solche Infrastruktur zukunftssicher zu gestalten, sollte bei Neubauten oder Sanierungen die passive Netzstruktur durch Leerrohre vorbereitet werden. Alternativ kann die Faser entlang von

Wänden oder Fußleisten „unsichtbar“ verlegt werden (s. a. Kapitel 8.4.2). Die zentrale Netzwerkbox (z. B. Router) bleibt bestehen und wird künftig vermutlich zusätzliche FTTR-Ports bieten. Erste Zwischenlösungen mit Medienkonvertern, die elektrische in optische Signale wandeln, sind als Übergangslösungen zu erwarten.

Abschließend: Weitere Informationen erhalten Sie beim Bauherren-Service der Telekom. Hier sind Sie immer bestens beraten. Sie haben Ihren kompetenten Ansprechpartner, der Sie gern über alles informiert. Vom Hausanschluss bis hin zum passenden Endgerät.
Besuchen Sie unsere Website unter www.telekom.de/bauherren oder rufen Sie uns einfach unter der kostenfreien Rufnummer 0800 33 01903 (montags bis freitags von 08:00 bis 20:00 Uhr und samstags von 08:00 bis 16:00 Uhr) an.





FTTH Starter-KIT DT (Jonard Tools)

- Für externe Auftragnehmer der DT-Technik GmbH -

Für eine ordnungsgemäße Installation von Gf-Kabel- und Mikrorohranlagen werden verschiedene Werkzeuge benötigt. Diese Werkzeuge sind für das Absetzen aller aktuellen Gf-Kabeltypen (Stand 2023) getestet worden und erfüllen die Anforderungen. Dieses Werkzeugset wird von der DT Fachqualifizierung Technik für die Montage von Glasfaserkabel- und SpeedNet-Rohranlagen der Deutschen Telekom empfohlen. Externe Auftragnehmer, die im Netz der Telekom Glasfasermontagearbeiten nach den Vorgaben der ZTV48 ausführen, können dieses Set als Erstausstattung hier bestellen: (https://jonard.com/where-to-buy-list).



Folgende zusätzliche Bedingungen gelten für eine fachgerechte Nutzung der Gf-Werkzeuge: Der Installateur...

- ⇨ besitzt eine technische Grundqualifikation in der Montage von Gf-Kabelanlagen.
- ⇨ hat eine Unterweisung auf das jeweilig einzusetzende Gf-Werkzeug von einem qualifizierten Trainer erhalten.

Warum das FTTH Starter-KIT DT?

✓ **Vollständige Erstausstattung** für fachgerechte Installation von Glasfaser- und Mikrorohranlagen.

✓ **Schicke Tragetasche (TK-LWL01) oder Rucksack** (**TK-LWL02**)– da passt alles und noch mehr rein.

✓ **Geprüfte Qualität** - getestet für alle aktuellen Gf-Kabeltypen (Stand 2023).

✓ **Empfehlung von der Deutschen Telekom** (ZTV 48 konform).

✓ **Sicherheit:** Es wird empfohlen, schnittfeste Sicherheitshandschuhe zu tragen!

Highlights der enthaltenen Werkzeuge

➔ **Kabelschneider Jonard JIC-755**: Geeignet für den Kabelschnitt aller Gf-Kabel unter 25,4 mm.

➔ **Sicherheitsmesser Jonard KN-300INS**: Zum Anschneiden des Kabelmantels am Ende des Glasfaserkabels.

➔ **Kabelmantelschneider Jonard CST-900**: Geeignet für Rund- und Längsschnitte an weichen, metallfreien Gf-Kabeln (8-28 mm).

➔ **Abisolierzange Jonard JIC-375**: Kann einen weichen Außenmantel (1,6-3,0 mm), Volladern (900 µm) und die Primärbeschichtung (250 µm & 200 µm) einer Glasfaser absetzen.

➔ **Mikrorohrschneider Jonard MDC-14**: Für einen geraden und sauberen Schnitt von SpeedNet-Rohren (SNR) mit einem Außendurchmesser von 4-12 mm.

➔ **Mikrorohr-Rundschneider Jonard FS-1080 & Jonard FS-1416**: Für saubere Rundschnitte an belegten dünn- und dickwandigen Mikrorohren.

***Hinweis**: Dieses Set beinhaltet ausschließlich Werkzeuge für die Montage von Glasfaserkabel- und SpeedNet-Rohranlagen. Es enthält keine Werkzeuge für Kupferfernmeldekabel, systemtechnische Montagearbeiten oder herkömmliche Werkzeuge wie Hammer oder Schraubendreher.*

11 Firmen und Links (Auswahl)

In diesem Kapitel finden Sie eine Auswahl von Links zu möglichen Herstellern etc.

➔ **Diese Auswahl stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit dar und dient als Orientierungshilfe!**

Hersteller und Komponenten für FTTH Gebäudenetze

Acome

- www.acome.de/

Corning:

- www.corning.com/emea/de/products/communication-networks/applications/fiber-to-the-home.html

Clear Track:

- https://www.corning.com/catalog/coc/documents/standard-recommended-procedures/78-0015-4321-0-DE.pdf

Commscope:

- de.commscope.com/Solutions/FTTX-access/

CONNECTCOM:

- https://www.connectcom.de/de/

Diamond GmbH:

- www.diamond.de/
- www.diamond.de/verkabelungssysteme/dialink-ftth-system

Duraline:

- https://www.duraline-europe.com/de

Huber+Suhner

- https://www.hubersuhner.com/de

KAISER GmbH & Co. KG

- https://www.kaiser-elektro.de/de_DE/produkte/connectivity-glasfaser-breitbandausbau/e3s-connect-das-steckbare-glasfasersystem-fuer-das-elektrohandwerk/

Lightera (ehem. ofs)

- www.lightera.com/
- www.lightera.com/invisilight-products/

Omelcom

- https://omelcom.co.uk/

Reichle & De-Massari

- https://www.rdm.com/fttx-systemlosungen-fur-glasfasernetze-in-deutschland/

Telegärtner

- https://www.telegaertner.com



Literatur

Glasfasernetze – Kabelverlegung – Kompaktwissen

- https://www.vde-verlag.de/buecher/316380/glasfasernetze-kabelverlegung-kompaktwissen.html

FTTR (Glasfaserbasierte Wohnungsnetze, Netzebene 5 (NE5) – Heimvernetzung)

- https://www.lwlportal.de/de/bibliothek/lwl-bibliothek/bib-action/show/Article/bib-artikel/fttr-glasfaserbasierte-wohnungsnetze-netzebene-5-ne5-heimvernetzung.html

Messtechnik / Spleißgeräte

3-Edge:

- https://www.3-edge.de/

intec Gesellschaft für Informationstechnik mbH / Lüdenscheid:

- https://www.argus.info
- https://www.fibertester.de

LaserComponents:

- https://www.lasercomponents.com/de/lwl-und-netzwerktechnik/

Opternus:

- www.opternus.de
- www.opternus.de/lwl-produkte/spleisstechnik/spleissgeraete/

TSO GmbH:

- www.tso-netze.de/show_content_16.1.Spleissgeraete.html

Viavi Solutions Deutschland GmbH (ehemals JDSU):

- www.viavisolutions.com/de-de

Yokogawa:

- https://tmi.yokogawa.com/de/solutions/products/optical-measuring-instruments/optical-time-domain-reflectometer/

Kommunikationsverteiler/Multimediaverteiler/Patchfelder/Heimvernetzung

Hager:

- www.hager.de

Mikrorohrsysteme (Innenverlegung) und Kabeleinblasequipment

Gabocom:

- https://www.gabocom.de/speedpipe-im-haus/

Katimex

- www.katimex.com

Vetter

- www.vetter-kabel.de/

Brandschotts für (Mikro-) Rohrsysteme (Innenverlegung)

KAISER GmbH & Co. KG

- https://www.kaiser-elektro.de/de_DE/produkte/elektro-installation/brandschutz/abschottungen-in-brandschutzwaenden/633/leitungsschott-system-ls-90

Wichmann Brandschutzsysteme GmbH & Co. KG :

- www.wichmann.biz

ZAPP- ZIMMERMANN GmbH :

- www.z-z.de

DTAG

- https://www.telekom.de/netz/glasfaser
- www.telekom.de/hilfe/gewerbliche-bauherren
- www.telekom.de/bautraeger-informationen
- https://www.telekom.de/hilfe/bauherren/downloads

12 Gesetze, Normen und Broschüren

Telekommunikationsgesetz (TKG)

Das Telekommunikationsgesetz zeigt in § 145 „Netzinfrastruktur von Gebäuden“ auf, welche Verpflichtungen der Bauherr bei Neubauten und umfangreichen Gebäudesanierungen umzusetzen hat.
https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/__145.html

Nachfolgend ist der relevante Wortlaut aus dem TKG § 145 „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.

ITU- Publikationen

Glasfaser ITU-T G.652: www.itu.int/rec/T-REC-G.652/en

Glasfaser ITU-T G.657: www.itu.int/rec/T-REC-G.657/en

Europäische Normen

DIN EN 50173 (VDE 0800-173) (alle Teile): „Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen“

insbes. DIN EN 50173-4 (VDE 0800-173-4) „Informationstechnik - Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 4: Wohnungen“

DIN EN 50174-1 (VDE 0800-174-1): „Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung - Teil 1: Installationsspezifikation und Qualitätssicherung“

DIN EN 50700 (VDE 0800-700) „Informationstechnik - Standortverkabelung als Teil des optischen Zugangsnetzes von optischen Breitbandnetzen“

DIN EN 61280-4-2 (VDE 0885-804-2) „Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme - Teil 4-2: Installierte Kabelanlagen – Einmoden-Dämpfungs- und optische Rückflussdämpfungsmessung“

DIN EN 61386-22 (VDE 0605-22) „Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Energie und für Informationen - Teil 22: Besondere Anforderungen für biegsame Elektroinstallationsrohrsysteme“

DIN EN 61754-20 „Lichtwellenleiter - Verbindungselemente und passive Bauteile - Steckgesichter von Lichtwellenleiter-Steckverbindern - Teil 20: Steckverbinderfamilie der Bauart LC“

DIN EN 61754-1 „Lichtwellenleiter - Verbindungselemente und passive Bauteile - Steckgesichter von Lichtwellenleiter-Steckverbindern - Teil 1: Allgemeines und Leitfaden“

DIN EN 61755-1 „Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern - Teil 1: Optische Schnittstellen von nicht-dispersionsverschobenen Einmodenfasern - Allgemeines und Leitfaden“

Nationale Normen

DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520): „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen“

DIN 18015 (alle Teile): „Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“

Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO)

EU-Verordnung 305/2011:

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

13 Abkürzungsverzeichnis/Glossar

Abkürzung	Bedeutung	Erklärung
ABZ	Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung	Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung
aORL	a Optical Return Loss	Diskrete Rückflussdämpfung bezogen auf ein lokales Ereignis (z. B. eine Steckverbindung) in dB gemessen
B2 CA	Brandklasse Gf-Kabel	Brandschutz: Euroklasse für Kabel
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 für Dämpfung
DTAG	Abkürzung	Deutsche Telekom Aktien Gesellschaft
EFH	Einfamilienhaus	
ETA	European Technical Assessment	Europäische technische Bewertung / Zulassung
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen
FTTB	Fiber to the Building	Glasfaser wird bis in das Haus gelegt
FTTH	Fiber to the Home	Glasfaser wird bis in das Haus, bzw. in die Wohnung (bei Mehrfamiliengebäuden) gelegt
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
PON (GPON, xGPON, XGS-PON, etc.)	Passive Optical Network (in verschiedenen Geschwindigkeitsstandards)	Shared-medium-Technologie auf Basis von passiven optischen Netzen
i. d. R.	Abkürzung	In der Regel
ITU	International Telecommunication Union	Internationale Fernmeldeunion
LAN	Local Area Network	Räumlich begrenztes Netzwerk
LC-APC	Lucent Connector - Angled Physical Contact	Sehr weit verbreiteter Glasfaserstecker (small form Faktor = 2 Stecker auf Fläche eines RJ45 möglich), speziell für Gebäudenetze

Abkürzung	Bedeutung	Erklärung
LC-Kupplung	Lucent Connector-Kupplung	Mit dieser Kupplung werden 2 LC-APC Stecker miteinander verbunden, i. d. R. als Duplex-kupplung = 2 Verbindungen (4 Stecker) möglich
LYNX2	Typbezeichnung Fa. Sumitomo	Typbezeichnung für einen Fusions-Spleiß-Stecker-Set
NE3	Netzebene 3	NE3 ist der Netzabschnitt des Netzbetreibers von der Vermittlungsstelle bis zum Gf-AP im Keller des Kunden
NE4	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
NE5	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
MBO	Musterbauordnung	
OLP 85	Typbezeichnung Messgerät Fa. Viavi	Optisches Pegelmessgerät
OLS 85	Typbezeichnung Messgerät Fa. Viavi	Optisches Pegelsendegerät
ONT	Optical Network Termination	Glasfasermodem in der Wohnung des Kunden
ORL	Optical Return Loss	Rückflussdämpfung; 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;
RJ 45	Registered Jack 45 (genormte Buchse)	Standard für Kupferkabel-Steckverbindung (Stecker und Buchse für Wohnungsbereich)
SNRi	Speed Net Rohr innen	Leerrohr für innen mit kleinem Durchmesser für Gf-Kabel
TKG	Telekommunikationsgesetz	
TV	Engl. Television	Fernsehgerät; Fernsehen
WLAN	Wireless Local Area Network	Per WLAN kann man Endgeräte (z. B. Laptops & Smartphones) ohne Kabel zum Internet verbinden
ZFH	Zweifamilienhaus	
ZVEI	Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e. V.	

14 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwerpunkte dieses Ratgebers (Quelle: DT) 9
Abbildung 2: Darstellung der Netzebenen des Glasfasernetzes (Quelle: DT) 10
Abbildung 3: Netzebenen im Mehrfamiliengebäude (Quelle: DT) 11
Abbildung 4: Glasfasergebäudenetze; grün=Gebäudenetz (Quelle: DT) 12
Abbildung 5: Übersicht Glasfasergebäudenetz – „Das Wichtigste in Kürze" (Quelle: DT) 13
Abbildung 6: Netzstrukturen in Mehrfamiliengebäuden (Quelle: DT) 14
Abbildung 7: Beispiel eines Glasfasergebäudenetzes für EFH (Quelle: DT) 16
Abbildung 8: Beispiel eines Glasfasergebäudenetzes für ZFH (Quelle: DT) 16
Abbildung 9: Schematisches Datennetz innerhalb der Wohnung zu einem Sternpunkt (Quelle: DT) 17
Abbildung 10: Flex-Rohr/Wellrohr; z. B. Smart-Net-Rohr (Quelle: Fa. Fränkische Rohrwerke) 20
Abbildung 11: Auftragen von Kabelgleitmittel und Einziehgerät für belegte Leerrohre (Quelle: Fa. KATIMEX®) 21
Abbildung 12: Flex-Rohr/Wellrohr und Mikrorohr im Vergleich (Quelle: Fa. Fränkische Rohrwerke, DT) 21
Abbildung 13: Mikrorohrinstallation in einem Neubauhochhaus mit 25 Etagen (Quelle: DT) 22
Abbildung 14: Beispielhafte Belegung einer Wichmann Kabelbox (Quelle: Wichmann ...GmbH & Co. KG) 23
Abbildung 15: Wichmann Kabelbox (Quelle: Wichmann Brandschutzsysteme GmbH & Co. KG) 23
Abbildung 16: Bauteile und Praxisbeispiele von installierten Mikrorohren SNRi 7 x 1,5 (Quellen: Fa. Gabocom u. DT) 25
Abbildung 17: Verlegearten gemäß IEC 60364-5-52 ; SNRi 7x1,5 (Quelle: Fa. Gabocom) 25
Abbildung 18: Kompressor, Einblasgerät u. Kabeleinblasvorgang in Mikrorohr der NE4 (Quelle: Fa. Vetter) 26
Abbildung 19: Mikrokabel in Innenrohr vorinstalliert (Quelle: HuberSuhner & Dura-Line) 26
Abbildung 20: Metallkanal und Schnittkaschierung in einem Treppenhaus (Quelle: DT) 27
Abbildung 21: installierter Metallkanal in einem Treppenhaus (Quelle: DT) 27
Abbildung 22: Übersicht und Einordnung verschiedener Lichtwellenleiter (Quelle; DT) 28
Abbildung 23: Singlemodefaser; Prinzipdarstellung Lichtleitung (Quelle: DT) 28
Abbildung 24: Schematischer Aufbau einer Glasfaser; 250 µm ⇔ 900 µm (Quelle: DT) 29
Abbildung 25: Nummerierung und Farbschema der Telekom nach DIN IEC 60304 (Quelle: DT) 30
Abbildung 26: Darstellung eines Gf-Innenkabels; Ø 2,5 mm (Quelle: DT) 32
Abbildung 27: Glasfaser-Verbindungskabel mit LC-APC Steckern und magentafarbener Schutzkappe (Quelle: DT) 33
Abbildung 28: Prinzipdarstellung zur Konfektionierung mit Pigtails (Quelle: DT) 34
Abbildung 29: Fusionsspleißstation Sumitomo T-72-C (Quelle: Fa. TSO/ Fa. Sumitomo) 34
Abbildung 30: Fusionsspleißstation Fujikura 90S (Quelle: Fa. Opternus/ Fa. Fujikura) 35
Abbildung 31: V-Nut Spleißgerät FITELNINJA (Quelle Fa. Laser Components / Fa. Furukawa) 35
Abbildung 32: Krimpspleißschutz und zugehörige Presse (Quelle: Fa. Opternus) 36
Abbildung 33: Heat Shrink Spleißschutz = Schrumpfspleißschutz (Quelle: DT) 36
Abbildung 34: Beispielhafte Glasfaserspleißkassetten mit Spleißschutzaufnahmen (Quelle: DT) 37
Abbildung 35: Auswahl an Glasfasersteckern (Quelle: DT) 38
Abbildung 36: Glasfaserstecker Typ LC-APC (DIN EN 61754-20) mit Staubschutzkappe (Quelle: DT) 39
Abbildung 37: Glasfaserdurchführungskupplung (Duplex) für 2 LC-APC-Steckverbindungen (Quelle: DT) 39
Abbildung 38: Prinzipdarstellung zur Konfektionierung eines „Spleißsteckers" an ein Kabelende (Quelle: DT) 40
Abbildung 39: FuseConnect (Quelle: Fa. Opternus/ Fa. Fujikura) / Fusion-Stecker (Quelle: Fa. Diamond) 40
Abbildung 40: Prinzipdarstellung eines Steckers mit integriertem mechanischem Spleiß (Quelle: DT) 40
Abbildung 41: Herstellung LC-APC mit mech. Spleiß; li.: FO-Field, Fa. Reichle de Massari; re.: Fa. Corning (Quelle: DT) 40
Abbildung 42: Beispiel eines Glasfaser-Abschlusspunktes (Gf-AP) (Quelle: DT) 41
Abbildung 43: Beispiel eines Glasfaser-Gebäudeverteilers (Gf-GV) (Quelle: DT) 42
Abbildung 44: Beispiel einer übersichtlichen Steckerablage im Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) (Quelle: DT) 42
Abbildung 45: Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP) (Quelle: DT) 43
Abbildung 46: (Haupt-)Komponenten der spleißlosen Netzebene 4: Gf-EV (4, 8 und 12 Port), Gf-TA (Quelle: DT) 44
Abbildung 47: Gf-TA – links 2 Ausgänge auf LC-APC, rechts 1 Ausgang auf LC-APC (Quelle: Fa. Omelcom) 44
Abbildung 48: Unterputz-Gf-TA, z. B. Fa. Telegärtner (li.) und Fa. Diamond (re.) (Quellen: DT und Fa. Diamond) 45
Abbildung 49: Gf-TA für ausschließliche Hutschienenmontage (Quelle: Fa. Acome) 45
Abbildung 50: „Gf-TA Kabelverlängerungsbox"– Stecker an beiden Enden mit integrierter Kabelaufwicklung 46
Abbildung 51: Clear Track Kanal (Fa. Corning) 47
Abbildung 52: „Clear Track" Kanal mit eingelegter Faser (Quelle: Fa. Corning) 47
Abbildung 53: „Clear Track" in einem Treppenhaus installiert (Foto: Zerson) 48
Abbildung 54: „Selbsklebendes transparentes Kabel" in verschiedenen Produktvarianten (Foto: Fa. Huawei, DT) 48
Abbildung 55: Selbstklebendes transparentes Kabel in einem Treppenhaus installiert (Foto: Zerson) 49
Abbildung 56: InvisiLight® (Lightera) 49
Abbildung 57: ONT (Quelle DT)odem (ONT) (Quelle: DT) 50
Abbildung 58: Kontroll-, Prüfv-, und Messverfahren von Installationen in der NE4 (Quelle: DT) 51
Abbildung 59: Fiber-Inspection-Tool (Quelle: Fa. intec) 52
Abbildung 60: Beispiele zu Rotlichtquellen (Quellen: links; Fa. VIAVI; rechts: Fa. 3 Edge) 53

Abbildung 61: Beispiel Optischer Pegelmesser FPM-50S (Quelle: Fa. Jonard) mit Rotlichtquelle und Kupferlink-Tester __54
Abbildung 62: Optischer Pegelmesser FPM-50S mit einem angezeigten Messert_____54
Abbildung 63: Optischer Pegelmesser FPM-50S als Kupfer-Netzwerkprüfgerät_____55
Abbildung 64: Optischer Pegelsender und -empfänger Fa. VIAVI _____56
Abbildung 65: ARGUS F240 OLTS (Quelle: Fa. intec) _____56
Abbildung 66: Messanschaltung Pegelmessgeräte – Normierung und Messung mit 2 Kabeln (Quelle: DT)_____57
Abbildung 67: Beispiele von OTDR´s für NE4 (Quellen: links: Fa. Yokogawa; rechts: Fa. 3 Edge /Fa. EXFO) _____58
Abbildung 68: Typischen OTDR-Messkurve mit Zuordnung der gemessenen Ereignisse (Quelle: Fa. 3 Edge / Fa. EXFO) __58
Abbildung 69: Vorlage für ein Abnahmemessprotokoll (Quelle: DT) _____59
Abbildung 70: Mögliche Konfiguration von Wandauslässen (Koax, Daten und Strom) (Quelle: DT)_____61
Abbildung 71: Prinzipdarstellung (Draufsicht) einer Verkabelung in einer Beispielwohnung (Quelle: DT) _____62
Abbildung 72: Beispiel eines beschalteten Multimediaverteiler (Quelle: links: Fa. Hager Electro; rechts: DT)_____63
Abbildung 73: Prinzipdarstellung eines beschalteten Multimediaverteiler mit ausgelagertem Router (Quelle: DT) _____64
Abbildung 74: Typisches Ergebnis eines Breitbandanschlusses (Quelle: DT) _____64
Abbildung 75: Einstieg in eine glasfaserbasierte Wohnungsverkabelung (Quelle: DT/ FRITZ! GmbH)_____65

Abnahmemessung Glasfaser - Gebäudenetze

Gemessen nach: EN 61280-4-2 und EN 50700:2014

PLZ	Ort	Straße	Haus-Nr.	Zusatz

Singlemodeglasfaser G.657.A2 ☐ G.652.D ☐ Glasfaserstecker LC-APC ☐

Messgerät	Geräte-Typ	Geräte-Nr.	Kalibriert bis
Pegelsender			
Pegelmesser			
(OTDR)			

Gebäude-teil	Etage/ Geschoss	Gang	Wohnung Nr.	Faserprüfung auf Durchgang und Vertauschung erfolgreich	Einfügedämpfung in dB			Bemerkung
					1310 nm	1550 nm	(1625 nm)	

Sollwerte					
Einfügedämpfung 1310/1550	≤ 1,5 dB			Faserprüfung erfolgreich	

Ausfüllempfehlung									
Gebäudeteil	A-Z	Etage/Geschoss	00-89	Untergeschoss	99-90	Gang	L - Links M - Mitte R - Rechts	Wohnung Nr.	001 - 999

Gemessen und geprüft von:

Datum: | Firma: | Name: | Unterschrift:

Gebäudeeigentümer oder Bevollmächtigter

Datum: | Firma: | Name: | Unterschrift:

Messprotokoll aus "Ratgeber NE4/NE5 "Glasfasernetze in Gebäuden & Hinweise zu Wohnungsnetzen" (Stand 22.11.2025)



Weigel, Thomas; Zerson, Mario

Glasfasernetze – Kabelverlegung – Kompaktwissen

3., überarbeitete Auflage 2024, 735 Seiten, Din A5, Festeinband

Bestellnummer: 316380

▸ Inhaltsverzeichnis ▸ Leseprobe

https://www.vde-verlag.de/buecher/316380/glasfasernetze-kabelverlegung-kompaktwissen.html

Eine kleine Videoreihe zu Themen des Ratgebers gibt es auf Youtube:



https://youtu.be/gheffEeiVM 4



https://www.youtube.com/watch?v=qam6gDfb1cU



https://www.youtube.com/watch?v=ePstkcqyIBU



https://www.youtube.com/watch?v=SgJliJmcWNQ



Connecting your world.