

	VDE-AR-E 2800-901	VDE
	Dies ist eine VDE-Anwendungsregel im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach der Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	ITG
ICS 35.110		
Informationstechnik – Breitbandkommunikation – Gebäudeanschluss (FTTB) und Wohnungsanschluss (FTTH) an Lichtwellenleiternetze		
Information Technology – Broadband Communication – Connection of Buildings (FTTB) and Homes (FTTH) to Optical Fiber Networks		
Gesamtumfang 31 Seiten		
VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.		

Beginn der Gültigkeit

Diese VDE-Anwendungsregel gilt ab 2009-12-01

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Abkürzungen.....	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen	8
4 Struktur des Gebäudeanschlusses an optische Netze	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Funktionelle Elemente.....	9
4.3 Allgemeine Struktur und Hierarchie	9
4.4 Glasfaser-Standortverteiler	10
4.5 Glasfaser-Gebäudeverteiler	10
4.6 Glasfaser-Sammelpunkt.....	11
4.7 Externe Netzschnittstelle und Demarkationspunkt	11
4.8 Anbindung des optischen Standort-/Gebäudenetzes an das externe Lichtwellenleiternetz.....	13
4.9 Anordnung optischer Netzelemente in der Standort- oder Gebäudeinfrastruktur	16
5 Leistungsvermögen der Übertragungsstrecke	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Umgebungseigenschaften	17
5.3 Übertragungseigenschaften	17
5.4 Optische Übertragungseigenschaften der Gebäudeverkabelung.....	19
Anhang A (informativ) Optische Systemtechnologien für Zugangsnetze.....	22
A.1 Netztopologien und Multiplextechniken	22
A.2 Systemtechniken für PONs	22
A.3 Systemtechniken für Punkt-zu-Punkt-Übertragung.....	25
Anhang B (informativ) Beispielhafte Gebäude-Lichtwellenleiterinfrastrukturen	26
B.1 Allgemeines	26
B.2 FTTB-Anschluss.....	26
B.3 FTTH-Anschluss.....	27
Anhang C (informativ) Abkürzungen deutsch/englisch	29
Literaturhinweise	31
Bilder	
Bild 1 – Beispiele für Gebäudeverkabelungen (siehe DIN EN 50173-4:2007, Bild 7)	5
Bild 2 – Verteiler der anwendungsneutralen Verkabelung für FTTB und FTTH	10

	Seite
Bild 3 – Übergang vom externen ins interne Netz	12
Bild 4 – Eingliederung einer Demarkationspunkt-Einheit (DPE) und ihres Gegenstücks Demarkationspunkt-Messeinheit (DPME) in das optische Zugangsnetz	13
Bild 5 – Lichtwellenleiterstrecken zur Berücksichtigung bei der Auslegung eines FTTB-Anschlusses im Mehrfamilienhaus	14
Bild 6 – Lichtwellenleiterstrecken zur Berücksichtigung bei der Auslegung eines FTTH-Anschlusses im Mehrfamilienhaus	15
Bild 7 – Definition der optischen Parameter an der Demarkationspunkt-Einheit (DPE)	17
Bild 8 – Faserstrecke und Referenzpunkte zur Messung der Übertragungseigenschaften	20
Bild 9 – Schematischer Messaufbau zur Abnahmemessung der installierten Lichtwellenleiterverkabelung im Gebäude (Strecke zwischen Gf-GV und Gf-TA)	21
Bild 10 – Schematischer Aufbau des Netzes im Betrieb.....	21
Bild A.1 – Passive Optische Netze (PON) für den Zugangsbereich	23
Bild B.1 – Elemente der optischen Gebäudeverkabelung in einer FTTB-Architektur.....	26
Bild B.2 – Elemente der optischen Gebäudeverkabelung in einer FTTH-Architektur.....	27
 Tabellen	
Tabelle 1 – Einfügeverlust und Reflexionsfaktor für Demarkationspunkt-Einheiten.....	18
Tabelle 2 – Optische Parameter für die Gebäudeverkabelung nach Bild 9.....	20
Tabelle A.1 – Optische Parameter gegenwärtig standardisierter PON-Systeme	24
Tabelle A.2 – Mögliche optische Parameterwerte zukünftiger PON-Systeme.....	25
Tabelle A.3 – Optische Parameter für aktive Systeme mit PTP-Topologie	25

Vorwort

Für diese VDE-Anwendungsregel ist der Arbeitskreis NGA/FTTH (Next Generation Access / Fiber to the Home) der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG) zuständig.

Das Dokument behandelt den Anschluss eines einzelnen Gebäudes oder eines Standorts mit mehreren Gebäuden an externe optische Glasfasernetze zur Breitbandkommunikation. Eigenschaften und Elemente der optischen Gebäude- oder Standortinfrastruktur werden derart festgelegt, dass sie von mehreren Netzbetreibern und unabhängig vom verwendeten Übertragungssystem genutzt werden können.

Diese VDE-Anwendungsregel war nicht Gegenstand eines öffentlichen Einspruchsverfahrens.

Diese VDE-Anwendungsregel beschreibt den Stand der Technik zum Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung. Trotz besonderer Sorgfalt bei der Verfassung der Anwendungsregel wird eine Haftung des VDE und der Autoren für Gesundheits- und Sachschäden, die durch die Anwendung entstehen könnten, ausgeschlossen. Die Anwender sind aufgerufen, Angaben regelmäßig auf Aktualität zu überprüfen.

Einleitung

Die Architekturen optischer Zugangsnetze werden bzgl. ihrer optischen Leistungsfähigkeit üblicherweise knapp bemessen. Sie ist daher empfindlich abhängig vom Zustand der Kabelanlage und den Eigenschaften ihrer Komponenten. Im Falle des Gebäudeanschlusses an ein optisches Netz trägt die optische Gebäudeinfrastruktur wesentlich zu diesen Eigenschaften bei. Da diese von mehreren Netzbetreibern unter Verwendung unterschiedlicher Systemtechnologien und deren zukünftiger Versionen genutzt werden können soll, kommt der Festlegung der gemeinsam nutzbaren optischen Gebäude- bzw. Standortinfrastruktur eine besondere Bedeutung zu.

Durch die einheitliche Auslegung der optischen Gebäude- oder Standortinfrastruktur und die dadurch gebotene Möglichkeit zur gemeinsamen Nutzung oder Wiederverwendung ergeben sich finanzielle Einsparpotenziale, die die Installation optischer Zugangsnetze beschleunigen helfen sollen.

Die Festlegungen dieser VDE-Anwendungsregel greifen, soweit möglich, auf die in der Praxis bewährten Konzepte für anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen nach den Normen der Reihe DIN EN 50173 zurück. Gegenüber diesen Normen erfolgt jedoch eine Beschränkung auf optische, leitungsgebundene Übertragungssysteme, die Datenraten von mindestens 100 MBit/s oder analoge Signale mit mindestens 100 MHz Bandbreite über Lichtwellenleiter ins Haus bringen. Bezüglich der unterstützten Systemtechniken wurden keine Einschränkungen vorgesehen. Die derzeit meistverwendeten sowie in der Standardisierung befindlichen Systemvarianten dienen als Anhaltspunkt für die Darstellung; sie werden in Anhang A beschrieben.

Dieses Dokument definiert diejenigen Architekturen und Elemente der Lichtwellenleiterinfrastruktur in Gebäuden und Standorten, die sich zwischen dem Übergang aus dem externen Netz und dem Übergang ins Wohnungs- oder Büronetz befinden (Bild 1). Dazu zählt insbesondere die Vertikalverkabelung in Mehrfamilienhäusern oder die Standortverkabelung bei größeren Gebäudekomplexen samt zugehöriger Verteiler. Im Folgenden wird nicht mehr zwischen der Nutzung zu Wohn- und Bürozwecken unterschieden. Stattdessen wird für Wohnung und Büro einheitlich der Begriff „Wohnung“ verwendet.

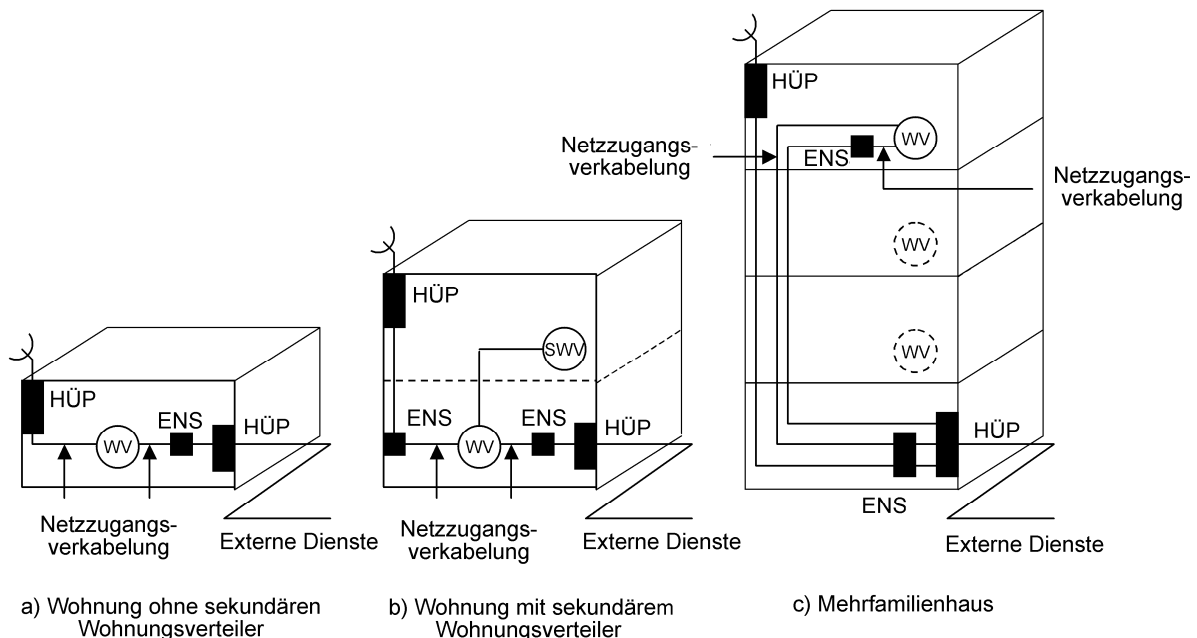


Bild 1 – Beispiele für Gebäudeverkabelungen (siehe DIN EN 50173-4:2007, Bild 7)

Die notwendigen Elemente der Kommunikationskabelinfrastruktur im Gebäude werden derart festgelegt, dass den Netzbetreibern folgende Möglichkeiten offen stehen:

VDE-AR-E 2800-901:2009-12

- gleichzeitige Anbindung eines Gebäudes und darin befindlicher Wohnungen an das Fasernetz mehrerer Netzbetreiber unter Verwendung jeweils eigener externer Lichtwellenleiter;
- Verwendung unterschiedlicher optischer Systemtechniken durch den/die Netzbetreiber;
- optionale Fernüberwachung und Management der/des Faserabschlusspunkte(s) im Gebäude oder in der Wohnung durch den jeweiligen Netzbetreiber;
- gemeinsame Verwendung einer Einmoden-Lichtwellenleiterinfrastruktur im Vertikalbereich für den Fall der gleichzeitigen Anbindung einzelner Wohnungen durch unterschiedliche Netzbetreiber;
- gemeinsame Verwendung einer eventuell bereits existierenden Gebäudeverkabelung auf Basis von symmetrischen Kupferkabeln, Koaxialkabeln, Mehrmoden-Lichtwellenleitern, Kunststofffasern (POF) o. ä.

1 Anwendungsbereich

Die VDE-Anwendungsregel enthält Festlegungen für den Anschluss eines einzelnen Gebäudes oder eines Standorts an lichtwellenleiterbasierte Netze für die Breitbandkommunikation mit Datenraten größer oder gleich 100 MBit/s. Die Topologie der Verkabelung sowie die erforderlichen funktionalen Elemente der Gebäude- bzw. Standortinfrastruktur sind technologieneutral festgelegt. Damit können mehrere Netzbetreiber diese Infrastruktur unabhängig voneinander und mit unterschiedlichen Technologien optischer Übertragungssysteme nutzen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN 50173-1:2007, *Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 50173-2, *Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 2: Bürogebäude*

DIN EN 50173-3, *Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 3: Industriell genutzte Standorte*

DIN EN 50173-4, *Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 4: Wohnungen*

DIN EN 50173-5, *Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 5: Rechenzentren*

DIN EN 50174-1 (VDE 0800-174-1), *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 1: Installationsspezifikation und Qualitätssicherung*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999)*

DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325), *Lichtwellenleiter – Teil 2-50: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Einmodenfasern der Kategorie B (IEC 60793-2-50:2008)*

DIN EN 61754-20, *Steckgesichter von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 20: Steckverbinderfamilie der Bauart LC (IEC 61754-20:2002)*

DIN ISO/IEC 14763-3, *Informationstechnik - Errichtung und Betrieb von Standortverkabelung – Teil 3: Messung von Lichtwellenleiterverkabelung (ISO/IEC 14763-3:2006)*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser VDE-Anwendungsregel gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Demarkationspunkt

Punkt entlang einer optischen Anschlussleitung, an dem das Segment des externen Fasernetzes endet und in das Segment des Endkunden übergeht

3.1.2

Demarkationspunkt-Einheit (DPE)

physikalisches Element der Faserinfrastruktur, das den Demarkationspunkt markiert und das einen definierten und lösbaren Übergang zwischen den Segmenten bildet; die DPE kann ein Mittel zur Fernüberwachung bereitstellen

3.1.3

Glasfaser-Sammelpunkt

Verbindungspunkt in der Verkabelung zwischen dem Glasfaser-Gebäudeverteiler und dem Glasfaser-Teilnehmeranschluss

ANMERKUNG Der Glasfaser-Sammelpunkt enthält keine aktiven Komponenten.

3.1.4

Optischer Leistungsteiler

ein Element, das das Licht einer ankommenden auf mehrere abgehende Lichtwellenleiter aufteilt, wobei das Teilungsverhältnis nicht abhängig ist von der Wellenlänge des Lichts

3.1.5

Wellenlängen-Multiplexer

ein Gerät zur Zusammenführung von Licht unterschiedlicher Wellenlängen auf einen gemeinsamen Lichtwellenleiter, wobei die Zusammenführung über wellenlängenselektive Elemente erfolgt

3.1.6

Wellenlängen-Demultiplexer

ein Gerät zur Trennung von Licht unterschiedlicher Wellenlängen auf einem gemeinsamen Lichtwellenleiter, wobei die Trennung über wellenlängenselektive Elemente erfolgt

3.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser VDE-Anwendungsregel gelten die folgenden Abkürzungen, in Ergänzung zu denjenigen der Normenreihe DIN EN 50173.

CO	Vermittlungsstelle (en: Central Office)
DP	Demarkationspunkt
DPE	Demarkationspunkt-Einheit
DPME	Demarkationspunkt-Messeinheit
FTTB	Faser bis in das Gebäude (en: Fiber to the Building)
FTTH	Faser bis in die Wohnung (en: Fiber to the Home)
Gf-GV	Glasfaser-Gebäudeverteiler
Gf-SP	Glasfaser-Sammelpunkt
Gf-SV	Glasfaser-Standortverteiler
Gf-TA	Glasfaser-Teilnehmeranschluss
HÜP	Hausübergabepunkt
MDU	Mehrfamilienhaus (en: Multi Dwelling Unit)
OE-ASG	Opto-elektronisches Gerät
OLT	Optische Leitungsabschlusseinrichtung in PONs (en: Optical Line Termination)
ONT	Optische Netzabschlusseinrichtung in PONs (en: Optical Network Termination)
PON	Passives optisches Netz (en: Passive Optical Network)
WDM	Wellenlängen-Multiplex (en: Wavelength Division Multiplexing)

4 Struktur des Gebäudeanschlusses an optische Netze

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die Struktur des Gebäudeanschlusses an optische Netze, definiert die verwendeten Netzarchitekturen und identifiziert die Elemente, die dabei im Gebäude bzw. Standort und im Netz des Betreibers zum Einsatz kommen. Es werden mindestens die in [Anhang A](#) gelisteten Netzanwendungen für optische Zugangssysteme unterstützt. Die Struktur soll so ausgelegt sein, dass auch zukünftige Versionen von Übertragungssystemen für dieses Netzsegment unterstützt werden können.

Um eine offene Netzarchitektur zu ermöglichen, wird mit dem optischen Demarkationspunkt ein gegenüber den existierenden Normen der Reihe DIN EN 50173 neues Element der Gebäudeinfrastruktur eingeführt.

4.2 Funktionelle Elemente

Zusätzlich zu den in der Normenreihe DIN EN 50173 definierten Elementen der Verkabelung legt diese VDE-Anwendungsregel die Spezifikationen und Verwendung folgender funktioneller Elemente für den Gebäudeanschluss an optische Netze fest:

- a) Glasfaser-Standortverteiler (Gf-SV)
- b) Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV)
- c) Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP)
- d) Demarkationspunkt (DP)
- e) Demarkationspunkt-Einheit (DPE)
- f) Optischer Leistungsteiler
- g) Wellenlängen-Multiplexer und -Demultiplexer
- h) Lichtwellenleiterkabel und Schnüre
- i) Lichtwellenleiter-Steckverbinder kleiner Bauform

4.3 Allgemeine Struktur und Hierarchie

Es werden sechs generische Fälle des Gebäudeanschlusses an optische Netze unterschieden, die sich von FTTB(Fiber to the Building)- und FTTH(Fiber to the Home)-Netzarchitekturen ableiten.

- a) In FTTB-Architekturen wird die Lichtwellenleiterstrecke des Netzbetreibers in unmittelbarer Nähe des Hausübergabepunktes (HÜP, üblicherweise im Keller) durch den Anschluss eines optischen Anschlussgerätes (OE-ASG: z. B. die optische Netzabschlussrichtung [ONT] in PONs) terminiert. Dort werden die Signale umgesetzt auf unterschiedliche Systeme des Gebäudenetzes, mit denen die Wohnungen z. B. über symmetrische Kupferkabel an das OE-ASG angeschlossen werden.
- b) In einer FTTH-Architektur wird in größeren Gebäuden die Lichtwellenleiterstrecke des externen Netzes auch noch jenseits des HÜP innerhalb des Gebäudes bis zum Endkunden weitergeführt und erst in der Wohnung durch ein entsprechendes Abschlussgerät terminiert (FTTH im Mehrfamilienhaus).
- c) Die Anbindung von Einfamilienhäusern ist ein Sonderfall der FTTH-Architektur mit nur einer Einheit je Gebäude.
- d) Bei größeren Gebäudekomplexen (Standort) wird in der FTTB-Architektur die externe Lichtwellenleiterstrecke nahe dem Standortverteiler terminiert, von wo aus die Wohnungen innerhalb der Gebäude über die kupferbasierte oder separate optische Standort- und Gebäudeinfrastruktur angeschlossen werden.
- e) Alternativ zu d) können in der FTTB-Architektur die einzelnen Gebäude eines Standorts auch direkt angeschlossen werden, wobei die externe Lichtwellenleiterstrecke über den Standortverteiler in die einzelnen Gebäude geführt und dort wie unter a) terminiert wird.
- f) In einer FTTH-Architektur an einem Standort wird die externe Lichtwellenleiterstrecke über den Standortverteiler und die Gebäudeverteiler bis in die Wohnungen weitergeführt (FTTH am Standort). In diesem Fall werden die Lichtwellenleiterstrecken nur einmal, entweder im Standortverteiler oder im Gebäudeverteiler, mit Steckverbindern versehen, um eine flexible Rangiermöglichkeit zu bieten. Im jeweils anderen Verteiler müssen die Lichtwellenleiterverbindungen fest verspleißt werden.

VDE-AR-E 2800-901:2009-12

In einem Mehrfamilienhaus (MDU) oder an einem Standort können FTTB- und FTTH-Architekturen u. U. auch gemischt existieren und betrieben werden. Außerdem kann eine anfängliche FTTB-Architektur oder ein Teil davon zu einem späteren Zeitpunkt zu einer FTTH-Architektur weiterentwickelt werden.

Die Architekturen a) bis f) orientieren sich an den in Bild 2 gezeigten zentralen Elementen des Standort- und Gebäudenetzes. Der Glasfaser-Standortverteiler (Gf-SV), der Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) und der Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP) werden je nach gewählter Architektur zu einem Teil der im weiteren Verlauf betrachteten optischen Infrastruktur, die als Weiterführung des externen Netzes auf den Standort bzw. ins Gebäude zu sehen ist. Der Sammelpunkt bildet zusammen mit dem Gebäudeverteiler und den sie verbindenden Lichtwellenleiterstrecken (bis einschließlich WV) das Teilsystem der Sekundärverkabelung, wobei der Sammelpunkt lediglich der Durchverbindung der Lichtwellenleiterkabel dient und keine weiteren Funktionen enthält. Der Wohnungsverteiler (WV) bildet den Übergang in das Wohnungsnetz, das als unabhängig vom optischen Betreibernetz betrachtet wird. Es wird in EN 50173-4 behandelt.

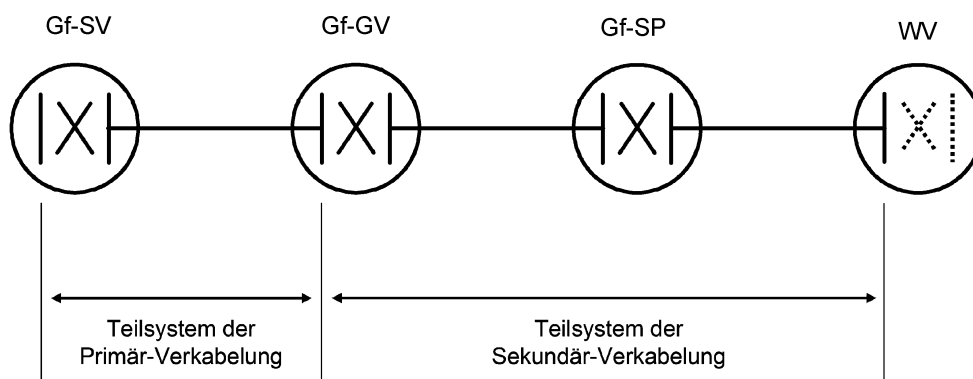


Bild 2 – Verteiler der anwendungsneutralen Verkabelung für FTTB und FTTH

4.4 Glasfaser-Standortverteiler

Ein Glasfaser-Standortverteiler (Gf-SV) kann bei größeren Gebäudekomplexen zum Einsatz kommen. Für seine Ausgestaltung gelten die Ausführungen zum Glasfaser-Gebäudeverteiler in 4.5 sinngemäß.

4.5 Glasfaser-Gebäudeverteiler

4.5.1 Allgemeines

Der Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) ist ein zentrales Element zur Realisierung einer flexibel und mehrfach nutzbaren Lichtwellenleiter-Gebäudeinfrastruktur im FTTH-Netz. Seine Installation ist beim Anschluss der Wohnungen des Gebäudes durch nur einen Netzbetreiber optional, wird aber ausdrücklich empfohlen, um bei einer späteren Erweiterung auf mehrere Netzbetreiber zusätzliche Umbaumaßnahmen zu vermeiden. Bei paralleler Nutzung der Lichtwellenleiter-Gebäudeinfrastruktur durch mehrere Netzbetreiber ist die Installation eines Gf-GV zwingend vorgeschrieben.

Die Funktion des Gf-GV besteht darin, für verschiedene Netzbetreiber eine standardisierte Zugangsschnittstelle zum Lichtwellenleiternetz im Gebäude bereitzustellen. Dabei ist das Gebäudenetz ein gemeinschaftlich genutztes Netz aus Einmoden-Lichtwellenleitern. Somit bildet der Gf-GV einen unveränderlichen Abschluss zur Gebäudeseite. Währenddessen wird auf der Netzzugangsseite von wiederholten Zugängen ausgegangen, beispielsweise für den Fall, dass Endkunden den Netzbetreiber wechseln. Auf der Zugangsseite bildet ein Hausübergabepunkt (HÜP), der vom Betreiber installiert wird, die nächstliegende Netzwerkkomponente.

Um einen sicheren und schnellen Zugang zum Wohnungsnetz und damit zum Endkunden zu ermöglichen, werden sowohl die Lichtwellenleiter des Gebäudenetzes als auch die Zugangskabel des Netzanbieters mit Steckverbindern nach DIN EN 61754-20 (Typ LC-APC) terminiert. Innerhalb des Gf-GV erfolgt der Zusammenschluss beider Verbindungen mittels geeigneter Adapter.

4.5.2 Zugangsmöglichkeiten

Der Gf-GV muss einen schnellen Zugang auf der Betreiberseite für verschiedene Anbieter sicherstellen. Für die Kundenseite ist dies nicht erforderlich. Beide Bereiche des Gf-GV sollten zugangsgeschützt sein, jedoch in einem Maße, dass jeder Betreiber ungehindert sein Zugangskabel vom HÜP installieren kann.

4.5.3 Kapazität und Größe

Im Gf-GV müssen Steckverbindungen für mindestens zwei terminierte Lichtwellenleiter je Wohnung auf der Gebäudeseite als auch auf der Netzzugangseite vorgesehen werden. Diese abgeschlossenen Lichtwellenleiter werden in geeigneten Steckadaptern aufgenommen. Dieselben beiden Lichtwellenleiter der Gebäudeverkabelung sind auf der Seite des Teilnehmeranschlusses (Glasfaser-Teilnehmeranschluss: Gf-TA) ebenfalls mit Steckverbindern nach DIN EN 61754-20 (Typ LC-APC) terminiert. Werden weitere Lichtwellenleiter je Wohnung im Gebäudenetz installiert, ist der Platz für mindestens zwei nicht terminierte Lichtwellenleiter zusätzlich vorzuhalten, die bei Bedarf ebenfalls beidseitig mit Steckverbindern nach DIN EN 61754-20 (Typ LC-APC) Steckern abgeschlossen werden können. Während der Installation und des Betriebes sind nicht benutzte Steckverbinder mit Staubschutzkappen zu verschließen.

Hierfür sind ebenfalls Steckplätze, sowohl im Gf-GV als auch in der Gf-TA vorzuhalten. Im Gf-GV ist keine separate Spleißmöglichkeit für die vom Betreiber kommenden Lichtwellenleiterkabel vorgesehen. Der Gf-GV muss die Möglichkeit beinhalten, ankommende Stecker auf der Betreiberseite definiert zu parken.

Die Gesamtgröße des Gf-GV ist so auszulegen, dass teilnehmerseitig mindestens zwei Steckverbinder je Wohneinheit des Gebäudes zur Verfügung stehen. Des Weiteren sind die oben beschriebenen Parkpositionen Teil des Gf-GV, ggf. als Geräteoption. Die Stecker sind dabei staubgeschützt zu parken.

4.6 Glasfaser-Sammelpunkt

Der Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP) ist eine optional vorhandene Einrichtung, um Verbindungselemente zwischen Lichtwellenleiterstrecken der Sekundär- und Tertiärverkabelung des Gebäudes aufzunehmen. Dazu zählen Steckverbinder oder Spleiße. Die Unterbringung weiterer optischer Funktionen (z. B. Leistungsteiler) im Gf-SP ist nicht zulässig.

4.7 Externe Netzschnittstelle und Demarkationspunkt

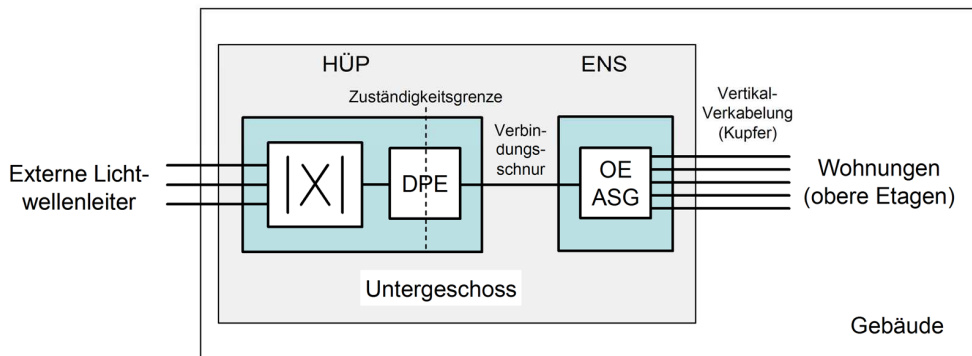
4.7.1 Allgemeines

Die externe Netzschnittstelle (ENS, siehe DIN EN 50173-4) stellt den Übergang aus dem Betreibernetz in das interne Gebäudenetz oder Wohnungsnetz dar und beinhaltet die Terminierung des optischen Übertragungssystems durch Verwendung eines OE-ASG. Im Falle eines FTTB-Netzes (siehe 4.3, Architektur a)) oder beim Einfamilienhaus (siehe 4.3, Architektur c)) liegt die ENS typischerweise in unmittelbarer Nähe zum HÜP. Bei FTTH-Architekturen im Mehrfamilienhaus (siehe 4.3, Architektur b)) befindet sich die ENS in der Wohnung und stellt den Übergang vom optischen Gebäudenetz in das Wohnungsnetz bereit.

Um die funktionale Trennung des Lichtwellenleiternetzes vom aktiven Übertragungssystem zu ermöglichen, wird ein Demarkationspunkt (DP) eingeführt, der den Übergang zwischen zwei Segmenten des Lichtwellenleiternetzes darstellt, die sich in der Zuständigkeit unterschiedlicher Besitzer oder Betreiber befinden. Der DP wird entweder durch eine einfach lösbare Lichtwellenverbindung realisiert oder durch eine Demarkationspunkt-Einheit (DPE), die zusätzliche Funktionen bereitstellt.

Bild 3 zeigt zwei beispielhafte Ausführungen des Übergangs vom externen in das interne Netz für FTTB und FTTH im Mehrfamilienhaus für einen Anschluss durch jeweils nur einen externen Netzbetreiber. Der HÜP enthält ein optionales Lichtwellenrangierfeld, das aber nicht identisch ist mit dem oben eingeführten Gf-GV (siehe 4.5). Es liegt im Bereich des Betreibernetzes und wird hier nicht näher behandelt. Ein Gf-GV, wie er für FTTH mit mehreren Netzbetreibern gefordert wird, ist in **Bild 3** nicht eingezeichnet, es soll hier nur die Lage der DPE und ihr Bezug zu HÜP und ENS erläutert werden. Die DPE kann in der FTTH-Architektur alternativ zum gezeigten Aufbau auch im HÜP untergebracht sein (siehe **Anhang B**).

a) FTTB



b) FTTB

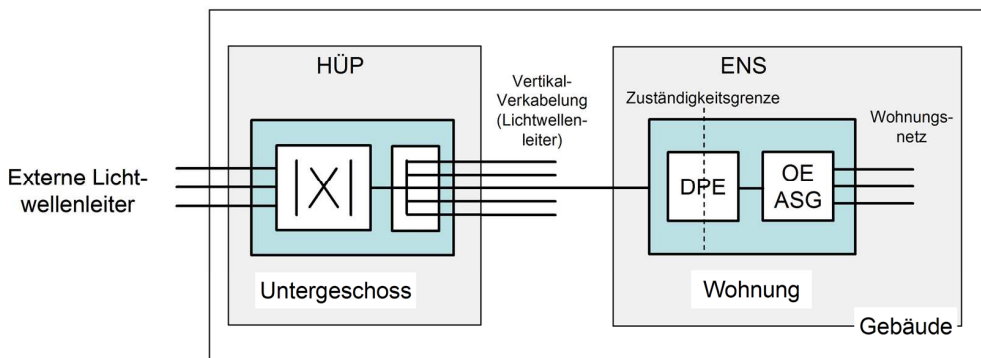


Bild 3 – Übergang vom externen ins interne Netz

4.7.2 Funktionalität der Demarkationspunkt-Einheit

Der Demarkationspunkt (DP) trennt das Lichtwellenleiternetz in die Zuständigkeitsbereiche des Netzbetreibers und des Endkunden oder Gebäudenetzbetreibers. Er ist ein Teil der systemunabhängigen Lichtwellenleiterinfrastruktur und wird durch eine einfache Steckverbindung oder durch eine Demarkationspunkt-Einheit (DPE) realisiert, die eine der folgenden Funktionen zur Verfügung stellen kann.

- Fernüberwachung der optischen Verbindung bis zum Übergang ins Lichtwellenleiternetz des Endkunden (z. B. Ende-zu-Ende-Messung der Streckenverluste mithilfe eines eingebauten definierten Reflexes).
- Austausch von Informationen über den Status des Endkunden-Anschlusses, evtl. einschließlich Informationen über angeschlossene Geräte; Adressierbarkeit über eindeutige Adresse.
- Konfigurierbarkeit des Endkundenzugangs, insbesondere Möglichkeit zur ferngesteuerten physikalischen Trennung der optischen Verbindung.

In der einfachen Funktion der Fernüberwachung in einem FTTH-Netz bietet die DPE dem Netzbetreiber eine Messmethode, die der Schleifenmessung bis zur ersten TAE-Dose in Telefonnetzen ähnlich ist. Zur Verwendung der DPE wird eine Gegenstelle im Netz des Netzbetreibers benötigt. Diese Demarkationspunkt-Messeinheit (DPME) dient zur Messung, Kommunikation und/oder Kontrolle der DPE (Bild 4).

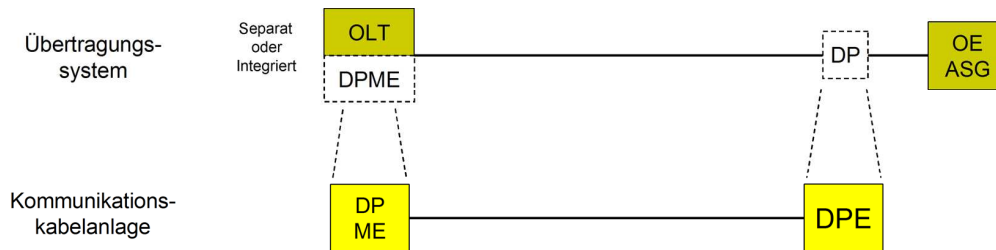


Bild 4 – Eingliederung einer Demarkationspunkt-Einheit (DPE) und ihres Gegenstücks Demarkationspunkt-Messeinheit (DPME) in das optische Zugangsnetz

Das Konzept einer vom Übertragungssystem unabhängigen DPE erleichtert die Umsetzung offener und flexibler Betreibermodelle im Zugangsnetz (Open Access). So kann der Erwerb eines OE-ASG durch den Kunden auf dem freien Markt erfolgen. Alternativ kann das Lichtwellenleiternetz von einem Betreiber zur Verfügung gestellt werden, der nicht identisch ist mit dem Systembetreiber. Bei mehreren Systembetreibern lässt sich auch ein entbündeltes Netz realisieren.

Entsprechend den o. a. Funktionen gibt es unterschiedliche Optionen, eine DPE zu realisieren:

- Eine passive DPE beinhaltet ein optisches Element, das quantitativ von der Netzzentrale aus vermessen werden kann, z. B. die definierte Reflexion eines integrierten Spiegels. Die DPME ist dann ein OTDR-Messgerät (en: Optical Time Domain Reflectometry).
- Eine einfach aktive DPE wird über optische Signale von der DPME aus angesprochen und schickt auf Anforderung einfache Status-Informationen mit Hilfe optischer Signale zurück. Die dazu an der DPE lokal erforderliche elektrische Energie muss aus einer Batterie zur Verfügung gestellt werden, damit auch bei Ausfall des kundenseitigen Stromnetzes die DPE noch angesprochen werden kann.
- Eine voll aktive DPE kann interaktiv mit der DPME kommunizieren und weitere Funktionen zur Verfügung stellen, z. B. die gewollte ferngesteuerte Trennung der optischen Verbindung, um bei einem fehlerhaften Endgerät die Störung des Netzes zu vermeiden. Auch in diesem Fall muss die elektrische Speisung aus einer Batterie erfolgen.

Die Realisierung dieser Funktionen in Netzen mit Punkt-zu-Multipunkt-Topologie erfordert geeignete Mittel zur Vermeidung mehrdeutiger Ergebnisse, z. B. optische Signaturen bei passiven DPEs oder den Einsatz einfacher Protokolle bei aktiven DPEs.

4.8 Anbindung des optischen Standort-/Gebäudenetzes an das externe Lichtwellenleiternetz

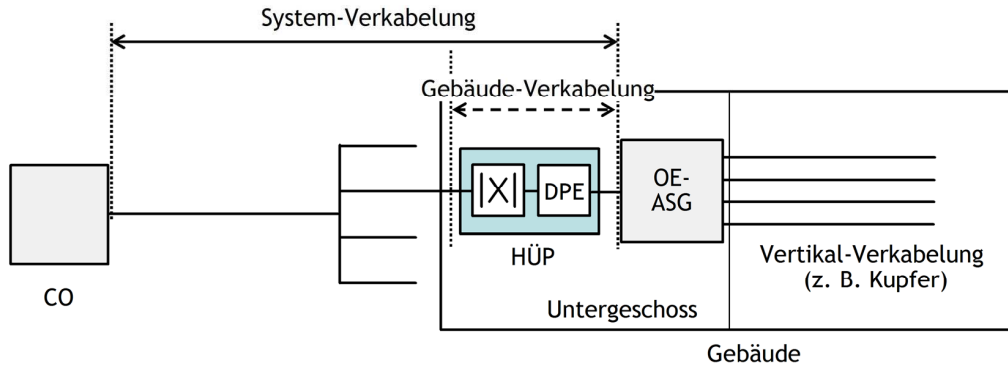
4.8.1 Allgemeines

Beim optischen Gebäudeanschluss wird das interne optische Netz zu einem Teil des externen Lichtwellenleiternetzes, das die Vermittlungsstelle (CO: Central Office) des Netzbetreibers mit dem oder den OE-ASG der Endkunden verbindet. Da die Systeme, die über derartige Lichtwellenleiternetze betrieben werden, üblicherweise bzgl. ihrer optischen Übertragungseigenschaften (z. B. Verluste) sehr knapp bemessen werden, muss das interne Lichtwellenleiternetz bis zum OE-ASG in die Dimensionierung des Übertragungssystems mit einbezogen werden. Je nach installierter Netzarchitektur und Systemtechnik tragen unterschiedliche Elemente der Gebäudeinfrastruktur dazu bei. In den folgenden Abschnitten wird dies für zwei häufige Architekturen und für gängige Systemtechnologien (siehe [Anhang A](#)) beispielhaft aufgezeigt.

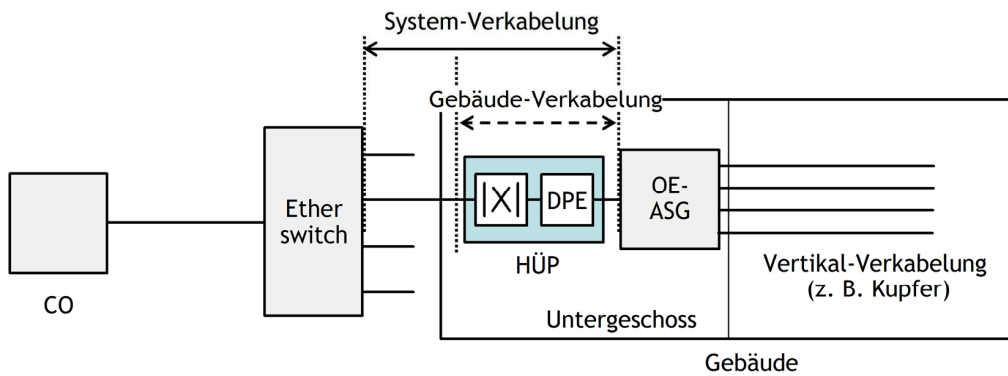
4.8.2 FTTB-Anbindung eines Mehrfamilienhauses (MDU)

Bild 5 zeigt für drei unterschiedliche Systemtechniken in einer FTTB-Architektur diejenigen optischen Strecken, deren Übertragungseigenschaften für das jeweilige System relevant sind (durchgezogene Doppelpfeile), und welcher Anteil der Gebäudeverkabelung zuzurechnen ist (gestrichelte Doppelpfeile).

a) TDM-PON, z. B. GPON



b) Active Ethernet



c) WDM-PON

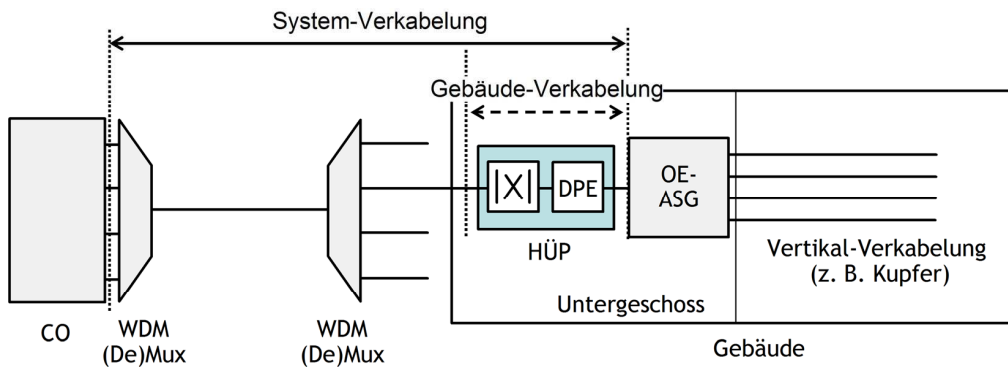
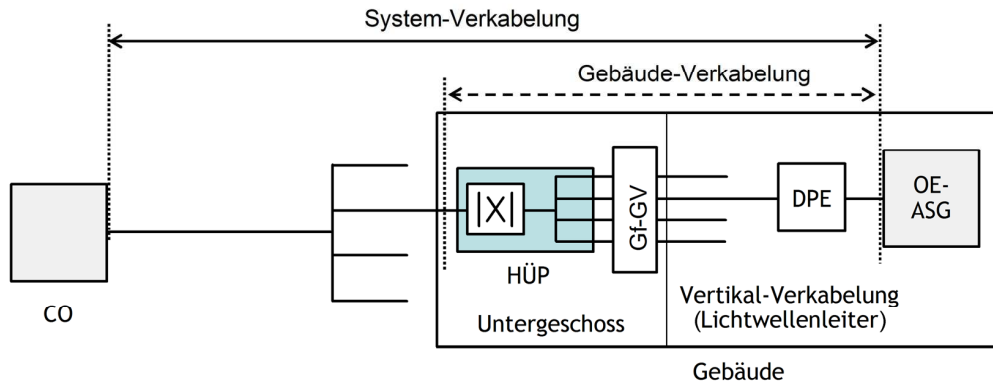


Bild 5 – Lichtwellenleiterstrecken zur Berücksichtigung bei der Auslegung eines FTTB-Anschlusses im Mehrfamilienhaus

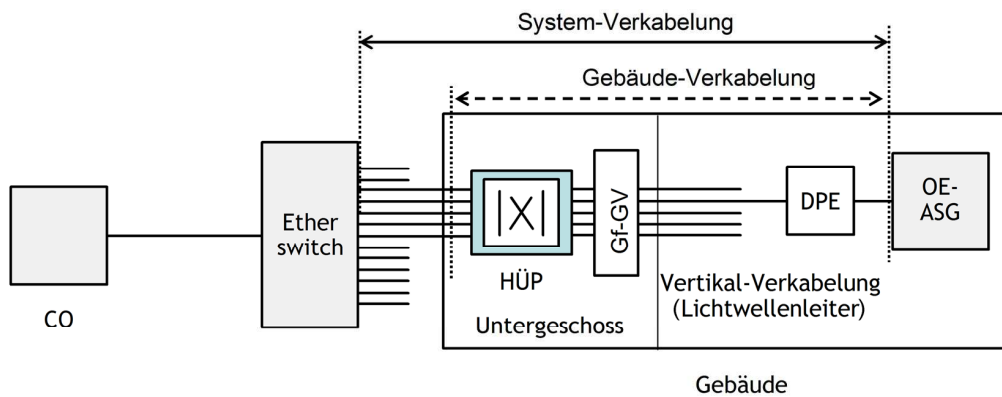
4.8.3 FTTH-Anbindung im Mehrfamilienhaus (MDU)

Bild 6 zeigt für drei unterschiedliche Systemtechniken in einer FTTH-Architektur diejenigen optischen Strecken, deren Übertragungseigenschaften für das jeweilige System relevant sind (durchgezogene Doppelpfeile), und welcher Anteil der Gebäudeverkabelung zuzurechnen ist (gestrichelte Doppelpfeile).

a) TDM-PON, z. B. GPON



b) Active Ethernet



c) WDM-PON

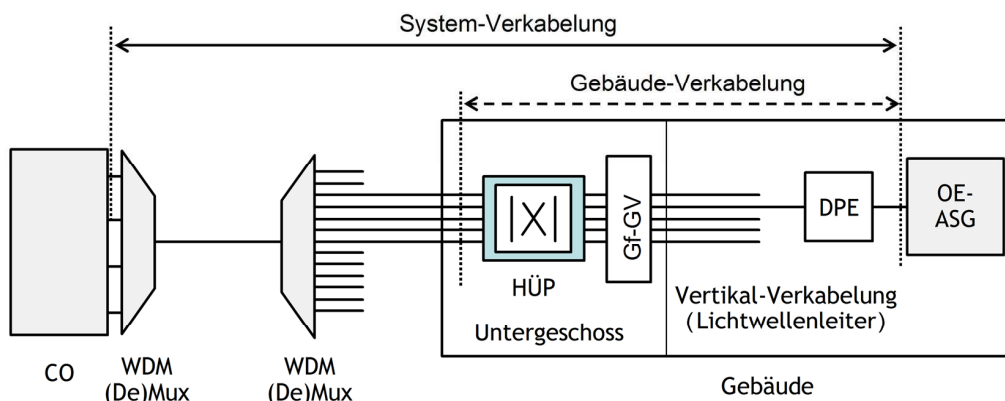


Bild 6 – Lichtwellenleiterstrecken zur Berücksichtigung bei der Auslegung eines FTTH-Anschlusses im Mehrfamilienhaus

4.9 Anordnung optischer Netzelemente in der Standort- oder Gebäudeinfrastruktur

4.9.1 Allgemeines

Die in dieser VDE-Anwendungsregel definierten Standort- und Gebäudenetze für den Anschluss an FTTB- und FTTH-Netze beinhalten optische Elemente, die die Übertragungseigenschaften der verwendeten Systeme beeinflussen können. Um dem Ziel einer langlebigen, systemunabhängigen und vielfach nutzbaren Infrastruktur gerecht zu werden, werden die Einsatzorte der neuen Elemente innerhalb der Infrastruktur im Folgenden geeignet festgelegt.

4.9.2 Optische Leistungsteiler

In PON-Systemen stellen die optischen Leistungsteiler der letzten Teilerstufe die Lichtwellenleiteranschlüsse für die einzelnen OE-ASG (ONT) bereit. Je nach Netzauslegung werden diese Teiler im externen Lichtwellenleiternetz oder auch im Gebäude oder am Standort eingebaut und werden somit ein Teil der Gebäude- oder Standortinfrastruktur.

Um weiteren Netzbetreibern mittels ggf. anderer Systemtechniken den Zugang zum Gebäude zu ermöglichen, dürfen diese Teiler nur vor dem Gf-GV eingebaut werden, üblicherweise im betreibereigenen HÜP. Von dort aus werden die einzelnen ONTs mittels Punkt-zu-Punkt-Lichtwellenleiterstrecken angeschlossen. Der Einbau von Leistungsteilern in die Glasfaser-Sammelpunkte (Gf-SP) wird nicht zugelassen.

4.9.3 Wellenlängen-Multiplexer/-Demultiplexer

Für Wellenlängen-Multiplexer/-Demultiplexer, wie sie in WDM-PON o. ä. zum Einsatz kommen, gelten dieselben Vorgaben und Einschränkungen wie in 4.9.2 für optische Leistungsteiler dargestellt.

Für weitere Elemente der optischen Gebäudeinfrastruktur, die für zukünftige Systemtechnologien benötigt werden und heute noch nicht festgelegt sind, gelten, sofern dies technisch möglich ist und keine unzumutbaren Beschränkungen der Systemeigenschaften bedeutet, ähnliche Überlegungen wie in 4.9.2 ausgeführt.

4.9.4 Demarkationspunkt-Einheit

Die DPE bietet dem Netzbetreiber die Möglichkeit, den Zustand seines Lichtwellenleiternetzes systemunabhängig von Ende zu Ende zu überprüfen. Je nach Netzarchitektur (FTTB oder FTTH) und je nach örtlichen Gegebenheiten, was die Zuständigkeit für einzelne Netzsegmente betrifft, befindet sich der Übergang zwischen den Netzsegmenten an unterschiedlichen Stellen des Lichtwellenleiternetzes.

Bei Verwendung eines PON-Systems steht es dem Netzbetreiber frei, die DPE vor oder nach dem Leistungsteiler oder dem Wellenlängen-Multiplexer/-Demultiplexer einzusetzen. In jedem Fall darf aber innerhalb eines Standorts oder eines einzelnen Gebäudes nur eine DPE auf der Strecke vom Gf-SV (oder Gf-GV) bis zum OE-ASG eingesetzt werden. Bei einem späteren Ausbau eines anfänglichen FTTB-Netzes in ein FTTH-Netz kann das bedeuten, dass eine einzelne DPE im Untergeschoss durch mehrere DPEs an den Zugängen zu den Wohnungen ersetzt wird.

Entsprechend den unter 4.3 eingeführten Fällen a) bis f) ergeben sich für den Einbau der DPE unterschiedliche Möglichkeiten, von denen einige hier beispielhaft aufgeführt sind:

- a) FTTB-Anschluss: DPE im Untergeschoss als Teil des HÜP;
- b) FTTH im MDU: DPE im Untergeschoss als Teil des HÜP, zentral für mehrere Wohnungen oder 1 DPE pro Wohnung; alternativ DPE in der ENS beim Kunden, d. h. nahe dem WV;
- c) Einfamilienhaus: DPE im Untergeschoss als Teil des HÜP;
- d) FTTB am Standort: DPE am Standortzugang;
- e) FTTB am Standort: DPE als Teil des HÜP;
- f) FTTH am Standort: wie unter d), alternativ wie unter b).

5 Leistungsvermögen der Übertragungsstrecke

5.1 Allgemeines

Bei Punkt-zu-Multipunkt-basierten Systemen TDM-PON und WDM-PON (siehe [Anhang A](#)) in FTTH-Architekturen kann der Netzbetreiber einen zum Übertragungssystem gehörenden optischen Splitter oder WDM-(De)multiplexer auch innerhalb des Gebäudes als Teil des HÜP installieren. Da diese Elemente zum Betreiber-Netz gehören, werden sie hier nicht näher festgelegt. Die optischen Verluste, die sie in der Übertragungsstrecke hervorrufen, sind durch Festlegung und Dimensionierung des Übertragungssystems bereits erfasst und müssen bei der Dimensionierung der Gebäudeinfrastruktur nicht mehr berücksichtigt werden.

5.2 Umgebungseigenschaften

5.2.1 Glasfaser-Gebäudeverteiler und Glasfaser-Standortverteiler

Der Gf-GV wird hauptsächlich in Mehrfamilienhäusern eingesetzt. Daher wird ein Einbau im Innenbereich zu erwarten sein. Der Gf-GV (Gf-SV) sollte aus Kunststoff bestehen, um zusätzliche Erdungsmaßnahmen zu vermeiden. Für den Einsatz im Innenbereich wird ein Schutzgrad IP54 nach [DIN EN 60529 \(VDE 0470-1\)](#) festgelegt. Für den eventuellen Einsatz im Außenbereich wird ein entsprechend den jeweiligen Umgebungsbedingungen höherer Schutzgrad empfohlen.

5.2.2 Demarkationspunkt-Einheit

Die Demarkationspunkt-Einheit kommt entweder innerhalb des HÜP oder in der Gf-TA zum Einsatz. Der Schutzgrad dieser Komponente ist entsprechend den jeweiligen Umgebungsbedingungen zu wählen.

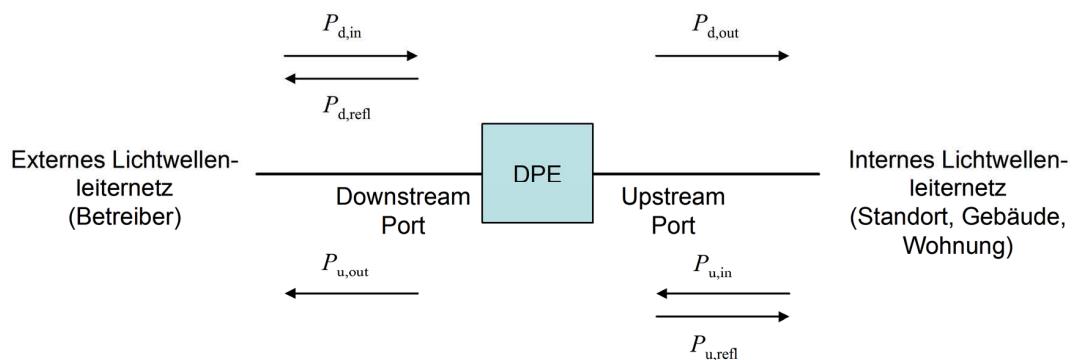
5.2.3 Glasfaser-Teilnehmeranschluss

Aus Gründen des Personenschutzes sind geeignete Maßnahmen zu treffen, dass bei nicht gesteckter Verbindung kein Licht aus dem Lichtwellenleiter austritt. Gültige Laserschutzbestimmungen sind einzuhalten.

5.3 Übertragungseigenschaften

5.3.1 Demarkationspunkt-Einheit

Eine DPE fügt einen zusätzlichen Verlust in die optische Strecke ein und trägt zur Rückflussdämpfung des Lichtwellenleiternetzes bei. Diese Parameter müssen bei der Auslegung der Gebäude- oder Standortinfrastruktur berücksichtigt werden. Im Folgenden wird die passive DPE-Variante beschrieben. Die Rückflussdämpfung wird in diesem Fall durch die interne Reflexionsstelle hervorgerufen. Mögliche aktive DPE-Varianten befinden sich derzeit noch in der Untersuchung. Der Reflexionsfaktor der DPE ist definiert als das Verhältnis von reflektierter zu eingestrahelter optischer Leistung, bezogen auf den jeweiligen DPE-Port, die Einfügedämpfung als Verhältnis der durchgehenden zur eingestrahelten optischen Leistung (Bild 7). Der Wert beider Parameter kann unterschiedlich sein für den DPE-Anschluss-Port in Richtung zum externen Netz (Downstream-Port) und in Richtung zum Endkunden (Upstream-Port).



Anmerkung $P_{d,in/out/refl}$ und $P_{u,in/out/refl}$ bezeichnen die hinlaufenden, transmittierten und reflektierten optischen Leistungen am Downstream- bzw. Upstream-Port der DPE (siehe Pfeilrichtungen).

Bild 7 – Definition der optischen Parameter an der Demarkationspunkt-Einheit (DPE)

VDE-AR-E 2800-901:2009-12

Der Wellenlängenbereich von 1 360 nm bis 1 460 nm wird von den Festlegungen ausgenommen, um in der DPE kostengünstige Schmelzkoppler verwenden zu können.

Tabelle 1 zeigt die wellenlängenabhängigen Festlegungen der Einfügedämpfung und der Reflexion. Dabei wird berücksichtigt, dass ein optional vorhandener RF-Video-Overlay-Kanal (1 550 nm bis 1 560 nm) nur geringe Reflexionen erlaubt, um durch eventuelle Mehrfachreflexion hervorgerufene Störungen des optischen Signals zu minimieren. Für die maximal erlaubten diskreten Reflexionen im Video-Kanal gibt es derzeit noch keine dokumentierten Grenzwerte, so dass hier ein Wert als Grundlage genommen wird, der sich auf experimentelle Erfahrungen an realen Systemen stützt.

Außerhalb des Video-Kanals weist die passive DPE einen schwachen, aber definierten optischen Reflex auf, der eine Messung der Streckenverluste aus der Ferne gestattet. Ein Toleranzbereich von 3 dB erlaubt eine kostengünstige Realisierung. Die dadurch hervorgerufene Messunsicherheit muss durch eine anfängliche Kalibrierung behoben werden.

Der maximale Reflexionswert orientiert sich an den PON-Systemspezifikationen und wird hier auf einen größeren Wellenlängenbereich ausgedehnt und auch für andere Systemtechnologien als relevant betrachtet. Es wird empfohlen, den Reflexionsfaktor der DPE auf der Endkundenseite (Upstream-Port) möglichst gering zu halten, um Störungen des OE-ASG zu vermeiden.

Die angegebenen Werte lassen Raum für zusätzliche Reflexionen und Rückstreuungen aus anderen Teilen der Lichtwellenleiterinfrastruktur innerhalb und außerhalb des Gebäudes, ohne dass die Systemfestlegungen verletzt werden. Die konkreten Werte hängen vom Einzelfall ab.

Der maximale Einfügeverlust der DPE ist motiviert durch die Forderung nach einfachen Realisierungen.

Tabelle 1 – Einfügeverlust und Reflexionsfaktor für Demarkationspunkt-Einheiten

	Downstream-Port	Upstream-Port	Verwendung (Beispiel)
festgelegter Wellenlängenbereich nm	1 260 bis 1 625	1 260 bis 1 625	
max. Einfügeverlust dB			
1 260 nm bis 1 360 nm	1,0	1,0	Upstream in GPON/EPON etc.
1 360 nm bis 1 460 nm	undefiniert	undefiniert	Übergangsbereich (Koppler)
1 460 nm bis 1 625 nm	1,0	1,0	Downstream in GPON/EPON etc.
Reflexionsfaktor dB			
1 260 nm bis 1 360 nm	min. / max.: -26 / -23	max. -23	Upstream in GPON/EPON etc.
1 360 nm bis 1 460 nm	undefiniert	undefiniert	Übergangsbereich (Koppler)
1 460 nm bis 1 540 nm	min. / max.: -26 / -23	max. -23	Downstream in GPON/EPON
1 540 nm bis 1 550 nm	undefiniert	undefiniert	Übergangsbereich (Flanke)
1 550 nm bis 1 560 nm	max. -48	max. -48	optional für RF-Video-Overlay
1 560 nm bis 1 570 nm	undefiniert	undefiniert	Übergangsbereich (Flanke)
1 570 nm bis 1 625 nm	min. / max.: -26 / -23	max. -23	10G Downstream

5.3.2 Lichtwellenleiter

Innerhalb des Gebäudes müssen für die Festinstallation des Gf-GV und des Vertikalbereichs biegeunempfindliche, Standard-Einmodenfaser-kompatible Lichtwellenleiter verwendet werden, die mindestens die Anforderungen nach **DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325)**, Faser B6_a, erfüllen.

Im Standortbereich zwischen Gebäuden müssen Einmodenfaser-kompatible Lichtwellenleiter verwendet werden, die mindestens die Anforderungen nach **DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325)**, Faser B1.3 (d. h. Kabel mit Lichtwellenleitern der Kategorie OS-2 nach DIN EN 50173-1) oder Faser B6_a erfüllen.

5.3.3 Schnüre

Zur Verbindung der Elemente der Gebäudeinfrastruktur müssen Schnüre mit Lichtwellenleitern verwendet werden, die mindestens die Anforderungen nach **DIN EN 60793-2-50 (VDE 0888-325)**, Faser B6_a, erfüllen.

5.3.4 Steckverbinder

Bei lösbaren Verbindungen innerhalb des Gebäudes müssen Steckverbinder nach DIN EN 61754-20, d. h. vom Typ LC-APC, verwendet werden.

5.3.5 Spleiße

Es dürfen Fusionsspleiße oder sogenannte mechanische Spleiße verwendet werden.

5.4 Optische Übertragungseigenschaften der Gebäudeverkabelung

5.4.1 Festlegung

Die optischen Parameter der Standort- oder Gebäudeinfrastruktur müssen vom Übergabepunkt (HÜP) bis zum OE-ASG festgelegt sein, um von anwendungsneutralen Gebäudenetzen sprechen zu können. Diese Festlegungen umfassen den Bereich der Betriebswellenlängen sowie zulässige Grenzwerte von Gesamt-Einfügedämpfung und Gesamt-Rückflusdämpfung.

Eine FTTB-Architektur soll so ausgelegt werden, dass sie später gegebenenfalls in eine FTTH-Architektur weiterentwickelt werden kann. Da die FTTH-Architektur im Allgemeinen die schlechteren Parameter-Werte aufweist als die FTTB-Architektur, sollen deren Eigenschaften hier festgelegt werden und als Grenzfall für alle betrachteten Architekturen gelten.

Die betrachteten Netzarchitekturen lassen sich auf die generische Struktur in [Bild 8](#) abbilden. Hier wird angenommen, dass sich die DPE am Wohnungszugang befindet. Im Falle, dass sie sich im HÜP befindet, ist der Referenzpunkt A in den HÜP hinein zu verlagern, unmittelbar vor die DPE.

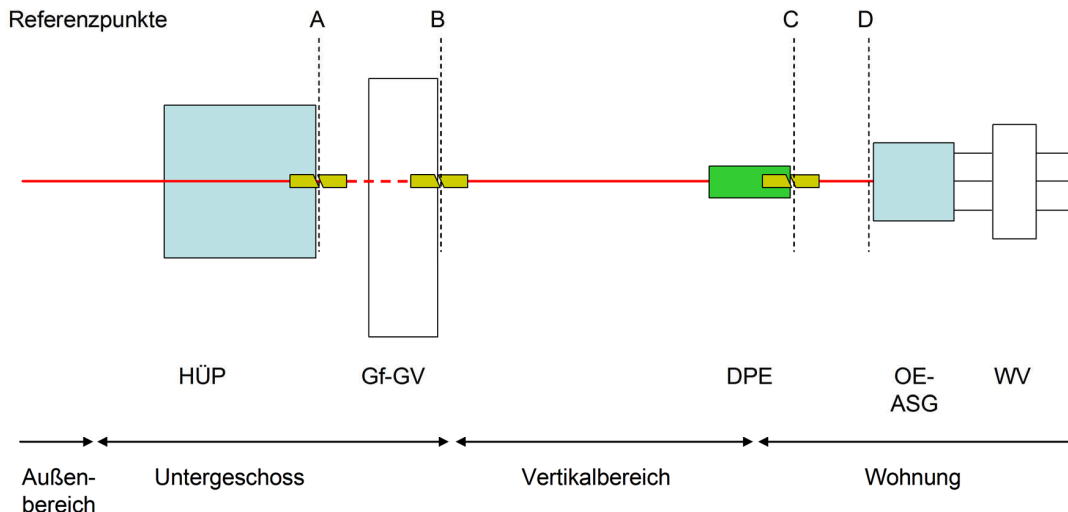


Bild 8 – Faserstrecke und Referenzpunkte zur Messung der Übertragungseigenschaften

Die optischen Übertragungseigenschaften der Strecke B-C (gesteckte Steckverbindung) in Bild 8 sind in Tabelle 2 festgelegt. Sie berücksichtigen die in den Normen der Übertragungssysteme festgelegten Grenzwerte der jeweiligen Parameter (Anhang A). In diesem Dokument wird allerdings keine Einschränkung gemacht bezüglich der Verwendung der Wellenlängenbereiche für Downstream- oder Upstream-Übertragung. Die festgelegte Rückflusdämpfung entspricht dem in den Systemnormen festgelegten Minimalwert. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Gebäudeverkabelung im Vergleich zum externen Netz den dominanten Beitrag zur Rückflusdämpfung liefert und somit der Beitrag des externen Netzes vernachlässigt werden kann. Für den hier zugrunde gelegten Wert innerhalb eines optionalen RF-Video-Kanals (1 550 nm bis 1 560 nm) gilt das unter 5.3.1 Gesagte entsprechend.

Tabelle 2 – Optische Parameter für die Gebäudeverkabelung nach Bild 9

Festgelegter Wellenlängenbereich nm	von B nach C		von C nach B		Verwendung (Beispiel)
	ohne DPE	mit DPE	ohne DPE	Mit DPE	
1 260 bis 1 360 nm	1,2	2,2	1,2	2,2	Upstream in GPON / EPON etc.
1 360 bis 1 460 nm	---	---	---	---	Übergangsbereich für Koppler
1 460 bis 1 625 nm	1,2	2,2	1,2	2,2	Downstream in GPON / EPON etc.
min. Rückflusdämpfung dB					
1 260 bis 1 360 nm	20		20		Upstream in GPON / EPON etc.
1 360 bis 1 460 nm	---		---		Übergangsbereich für Koppler
1 460 bis 1 540 nm	20		20		Downstream in GPON / EPON
1 540 bis 1 550 nm	---		---		Übergangsbereich
1 550 bis 1 560 nm	45		45		optional für RF-Video-Overlay
1 560 bis 1 570 nm	---		---		Übergangsbereich
1 570 bis 1 625 nm	20		20		10G Downstream

Die Messung der Parameter in [Tabelle 2](#) erfolgt an den Punkten B und C nach DIN ISO/IEC 14763-3. Vorzugsweise ist ein optisches Zeitbereichsreflektometer (OTDR) mit Vor- und Nachauffaser zu verwenden. Die Messwerte bilden die Festlegung für die Gebäude-Lichtwellenleiterinfrastruktur und sind entsprechend zu dokumentieren und zu archivieren, damit sie bei späteren Arbeiten am Netz zur Verfügung stehen.

5.4.2 Abnahmemessung der Lichtwellenleiter-Verkabelung im Gebäude

Bild 9 zeigt die Situation eines installierten Lichtwellenleiternetzes vom Gf-GV bis zum Gf-TA. Diese Strecke kann unabhängig von einem Endgerät und unabhängig vom Lichtwellenleiter-Zugangsnetz installiert und gemessen werden.

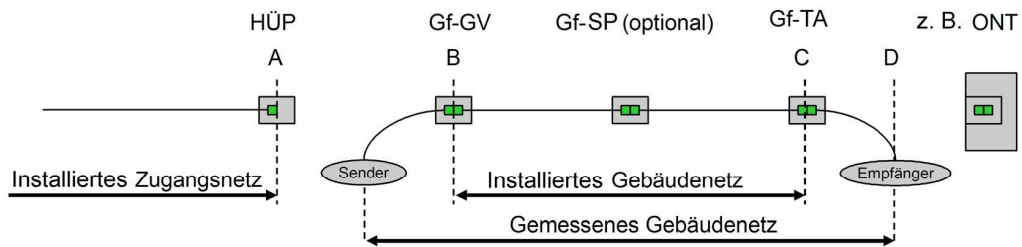


Bild 9 – Schematischer Messaufbau zur Abnahmemessung der installierten Lichtwellenleiterverkabelung im Gebäude (Strecke zwischen Gf-GV und Gf-TA)

Auch wenn die Referenzpunkte B und C in der Mitte einer Steckverbindung gezeichnet sind, ist das Messergebnis einschließlich der gesamten Steckverbindung (jeweils 2 Steckverbinder) zu ermitteln. In Bild 10 wird deutlich, dass die Steckverbindungen zum Anschließen der Messtechnik im Verlauf der Inbetriebnahme Teil des Übertragungspfades werden – auch wenn systembedingt die Steckverbinder des Messsystems durch Steckverbinder der Rangierkabel (Anschluss HÜP und z. B. ONT) ersetzt werden.

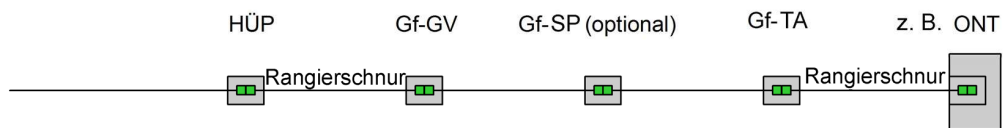


Bild 10 – Schematischer Aufbau des Netzes im Betrieb

Anhang A (informativ)

Optische Systemtechnologien für Zugangsnetze

A.1 Netztopologien und Multiplextechniken

Die Teilnehmer bzw. einzelne Gebäude in einem optischen Zugangsnetz können über unterschiedliche Netzarchitekturen angeschlossen werden. Üblicherweise unterscheidet man beim Netzsegment zwischen dem letzten aktiven Netzknoten des Betreibers (CO: Central Office) und dem Teilnehmeranschluss (CP: Customer Premises) zwei Kategorien:

- a) Punkt-zu-Multipunkt-Architekturen (PTMP)
- b) Punkt-zu-Punkt-Architekturen (PTP)

Je nachdem, ob Verbindungen auf Protokoll-Ebene, ob optische Verbindungen auf Wellenlängen-Ebene oder ob die reinen Lichtwellenleiterverbindungen gemeint sind, kann dasselbe Netz eine PTMP- oder PTP-Architektur aufweisen.

Im Folgenden werden nur die Lichtwellenleitertopologien betrachtet.

Bei PTMP-Lichtwellenleiternetzen werden mehrere Teilnehmeranschlüsse (ONT: optische Netzabschluss-einrichtung) über einen gemeinsamen Lichtwellenleiter mit der Vermittlungsstelle verbunden. Die optische Übertragung erfolgt in Hin- und Rückrichtung (DS: Downstream; US: Upstream) auf demselben Lichtwellenleiter, wobei zur Richtungstrennung unterschiedliche Wellenlängen verwendet werden.

Sofern die Aggregation der Teilnehmerdaten rein optisch, d. h. ohne zwischengeschaltete Umwandlung in die elektrische Domäne erfolgt, spricht man von Passiven Optischen Netzen (PON). Für die Aggregation stehen mehrere Verfahren zur Verfügung:

- Zeitbereichs-Multiplex (TDM: Time Division Multiplexing im DS; TDMA: Time Division Multiple Access im US);
- Wellenlängenbereichs-Multiplex (WDM: Wavelength Division Multiplexing im DS, WDMA: Wavelength Division Multiple Access im US);
- weitere Multiplexverfahren für PONs befinden sich derzeit im Forschungsstadium.

Neben den PONs gibt es aktiv aggregierende PTMP-Fasernetze, bei denen am Aggregationspunkt beispielsweise ein Ethernet-Switch zum Einsatz kommt. Entsprechend werden derartige Netze häufig als AE-Netz (AE: Active Ethernet) bezeichnet.

Bei PTP-Fasernetzen wird jeder ONT auf der Teilnehmerseite mit einem OLT (optische Leitungsabschluss-einrichtung) in der Vermittlungsstelle über je einen eigenen Lichtwellenleiter verbunden. Auch hierbei erfolgt die Richtungstrennung je Lichtwellenleiter über die Verwendung unterschiedlicher Wellenlängen.

A.2 Systemtechniken für PONs

Derzeit gängige Systemgenerationen für PTMP-Lichtwellenleiternetze verwenden ausschließlich Zeitmultiplex-Protokolle (TDM/TDMA), wobei die Daten für Hin- und Rückrichtung auf unterschiedlichen Wellenlängen über einen gemeinsamen Lichtwellenleiter übertragen werden. Zu diesen TDM-PONs (Bild A.1, links) gehören das GPON (ITU-T G.984.x) und das EPON (ehem. Teil von Ethernet-in-the-First-Mile (EFM, IEEE 802.3ah), jetzt als 1000BASE-PX10-D/U und 1000BASE-PX20-D/U integriert in IEEE 802.3). Vorläufer-Generationen wie APON oder BPON werden hier nicht betrachtet, da sie keine weite Verbreitung gefunden haben und aufgrund der geringen Bandbreite heute nicht mehr installiert werden. Während GPON und EPON Daten mit 2,488/1,244 GBit/s bzw. 1,25/1,25GBit/s übertragen, wird die nächste Systemgeneration Datenraten bis zu 10 GBit/s in beide Richtungen zur Verfügung stellen. Die Verabschiedung der Standards wird für 2009 (10G-EPON, IEEE 802.3av: 10/1GBASE-PRX-D/U und 10GBASE-PR-D/U) bzw. 2010 (10G-PON, ITU-T G.987.x) erwartet.

Neben den reinen Datenkanälen wird in TDM-PONs optional ein zusätzlicher Wellenlängenkanal für die Übertragung von Fernsehsignalen bereitgestellt, die nach dem ONT innerhalb der Wohnung z. B. über Koaxialkabel weiterverteilt werden.

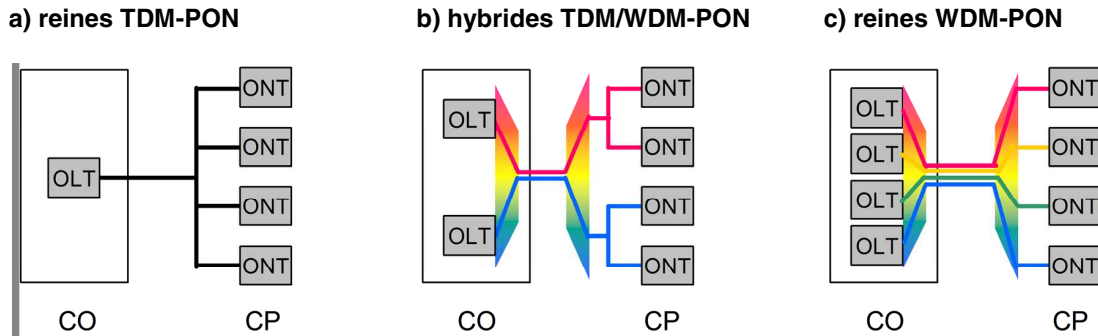


Bild A.1 – Passive Optische Netze (PON) für den Zugangsbereich

Die in [Tabelle A.1](#) angegebenen optischen Leistungspegel sind Maximalwerte, die unter Betriebsbedingungen am Lichtwellenleiteranschluss der OLT- und ONT-Sender auftreten können bzw. diejenigen Werte, die maximal aus der Faseranlage am OLT- und ONT-Empfänger austreten können. Ihre Kenntnis ist hier wichtig zur Beachtung von Arbeitssicherheitsaspekten, z. B. im Zusammenhang mit Installations- oder Wartungsarbeiten. Die ebenfalls in der Tabelle dargestellten minimalen Leistungswerte, entsprechend der minimalen Empfängerempfindlichkeit, liegen weit darunter. Wie in [Tabelle A.1](#) gezeigt, gibt es für jede der aufgeführten PON-Systeme unterschiedliche Leistungsklassen, die zur Überbrückung jeweils unterschiedlich stark gedämpfter Faseranlagen dienen. Bei der Auslegung der Lichtwellenleiterinfrastruktur im Gebäude wird empfohlen, sich unabhängig von der Klasse an den jeweils höchsten vorkommenden Leistungspegeln zu orientieren.

Die angegebenen minimalen Rückflussdämpfungen gelten sowohl für den Downstream als auch für den Upstream und werden dementsprechend am OLT-Anschluss bzw. am ONT-Anschluss des Lichtwellenleiternetzes gemessen. Falls ein separater optischer Video-Kanal vorhanden ist, werden für den Wellenlängenbereich von 1 550 nm bis 1 560 nm höhere Minimalwerte der Rückflussdämpfung gefordert, die jedoch in keiner der genannten Normen aufgeführt sind (siehe [Abschnitt 5](#)).

Bei WDM-PONs werden in einem PTMP-Fasernetz über einen gemeinsamen Zubringer-Lichtwellenleiter mehrere Wellenlängenpaare übertragen, für Hin- und Rückrichtung je ein Paar pro ONT (Bild A.1, c)). Die Übertragung der Daten erfolgt dabei z. B. mittels Ethernet-Protokoll. Bezüglich der Übertragung von zusätzlichen Fernsehsignalen auf einem separaten optischen Kanal siehe in [A.3](#).

Die Übertragung und Selektion der Wellenlängenkanäle im Netz kann mittels eines passiven Wellenlängenrouters erfolgen, wie in Bild A.1, c) gezeigt. Alternativ können alle Wellenlängen über einen nicht wellenlängenselektiven Leistungsteiler, wie er beim TDM-PON verwendet wird (Bild A.1, a)), an alle ONTs verteilt werden. Die Selektion erfolgt dann mittels eines zusätzlichen Filters im ONT.

Tabelle A.1 – Optische Parameter gegenwärtig standardisierter PON-Systeme

	GPON				10G-PON	EPON				10G-EPON			
Dokument	ITU-T G.984.2				ITU-T G.987.2	IEEE 802.3				IEEE 802.3av			
					XGPON1 XGPON2								
Bitraten, Gbps (DS/US)	2,488/1,244				ca. 10/2,5 ca. 10/10	1,25/1,25				10,3/1,25 10,3/10,3			
Wellenlängen, nm													
Upstream :	nom. 1 260 bis 1 360 fakt. 1 290 bis 1 330				1 260 bis 1 280	1 260 bis 1 360				1 260 bis 1 360 1 260 bis 1 280			
Downstream	1 480 bis 1 500				1 575 bis 1 580	1 480 bis 1 500				1 575 bis 1 580			
Video-Overlay	1 550 bis 1 560				1 550 bis 1 560								
optische Leistungen, dBm													
Klasse	A	B	B+	C		PX10	PX20	PR(X) 10	PR(X) 20	PRX 30	PR 30		
OLT Sender, max.	+4	+9	+5	+7	noch offen	+2	+7	+5	+9	+5	+5		
OLT Sender, min.	0	+5	+1.5	+3	noch offen	-3	+2	+2	+5	+2	+2		
OLT Empfänger, max.	-3	-7	-8	-8	noch offen	-1	-6	-1	-6	-9	-6		
OLT Empfänger, min.	-24	-28	-28	-29	noch offen	-24	-27	-24	-28	-29,8	-28		
ONT Sender, max.	+2	+3	+5	+7	noch offen	+4	+4	+4	+4	+5,6	+9		
ONT Sender, min	-3	-2	+0,5	+2	noch offen	-1	-1	-1	-1	+0,6	+4		
ONT Empfänger, max.	-1	-1	-8	-8	noch offen	-3	-3	0	0	-10	-10		
ONT Empfänger, min.	-21	-21	-27	-28	noch offen	-24	-24	-20,5	-20,5	-28,5	-28,5		
Lichtwellenleiteranlage													
Einfügedämpfung, dB	5 bis 20	10 bis 25	13 bis 28	15 bis 30	13 bis 28 (noch offen)	5 bis 19,5	10 bis 23,5	5 bis 20	10 bis 24	15 bis 29	15 bis 29		
Min. Rückflussdämpfung, dB													
Upstream	20												
Downstream	20												
Video-Overlay (1 550 – 1 560 nm)	45 (nicht standardisiert)												

Zu WDM-PONs gibt es derzeit noch keine Festlegungen. Da aber diese Systeme je Wellenlänge eine optische PTP-Ethernet-Strecke etablieren, können deren Festlegungen bezüglich Leistungen und Bitraten (siehe [Tabelle A.2](#)) als Anhaltspunkt dienen. Bei hybriden TDM/WDM-PONs bedient je ein Wellenlängenpaar für Hin- und Rückrichtung ein eigenes TDM-PON, z. B. 10G-PON ([Bild A.1, b](#)). Bezüglich Übertragung von zusätzlichen Fernsehsignalen auf einem separaten optischen Kanal siehe [A.3](#).

Auch für diese Systeme gibt es bisher noch keine Festlegungen. Aufgrund der Anwendung von TDM-PON-Protokollen und von WDM-Technologien ähnlich denen bei WDM-PON kann man vermuten, dass sich die zukünftigen Festlegungen an denen der oben erwähnten TDM-PON und WDM-PON orientieren werden.

Tabelle A.2 – Mögliche optische Parameterwerte zukünftiger PON-Systeme

	WDM-PON	TDM/WDM-PON
Wellenlängen, nm		
Upstream	1 260 bis 1 360	1 260 bis 1 360
Downstream	1 480 bis 1 580	1 480 bis 1 580
Video-Overlay	---	---
Wellenlängen-Paare DS/US, max.	64	16
max. optische Leistungen je Wellenlänge, dBm		
OLT Sender	0	+6
OLT Empfänger	-8	-8
ONT Sender	0	+6
ONT Empfänger	-8	-8
Lichtwellenleiteranlage		
max. Einfügeverlust, dB	20	30

A.3 Systemtechniken für Punkt-zu-Punkt-Übertragung

Bei optischen Zugangsnetzen mit PTP-Lichtwellenleiter-Topologie kommt üblicherweise Fast Ethernet (125 MBit/s, 100 MBit/s netto) oder Gigabit-Ethernet (1,25 GBit/s, 1 GBit/s netto) zum Einsatz. In Zukunft wird auch 10G-Ethernet (10 GBit/s) zu berücksichtigen sein. Die genannten Protokolle werden in IEEE 802.3 beschrieben, wobei für FTTB- und FTTH-Netze nur diejenigen Varianten zu berücksichtigen sind, bei denen die Daten in Hin- und Rückrichtung über einen gemeinsamen Einmoden-Lichtwellenleiter übertragen werden und die Richtungstrennung über Wellenlängen-Multiplex erfolgt (100BASE-BX10-D/U, 1000BASE-BX10-D/U, eine 10G-PTP-Variante für 1-Faserstrecken ist derzeit noch nicht standardisiert). Systeme, bei denen die Daten in Hin- und Rückrichtung bei nominell derselben Wellenlänge übertragen werden, sollen in FTTB- und FTTH-Netzen nicht zum Einsatz kommen.

Ein zusätzlicher Wellenlängenkanal für die Übertragung von Fernsehsignalen auf demselben Lichtwellenleiter entfällt bei diesen Systemen üblicherweise, ebenso wie bei WDM-PON und hybridem TDM/WDM-PON. Es werden aber kommerziell Systeme angeboten, bei denen neben dem PTP-Lichtwellenleiternetz für die Datenübertragung ein separates passives PTMP-Lichtwellenleiternetz zur Fernsehsignalverteilung verwendet wird.

Tabelle A.3 – Optische Parameter für aktive Systeme mit PTP-Topologie

(1-Faser-Systeme)	100 MBit/s Ethernet	1 000 MBit/s Ethernet
Dokument	IEEE 802.3ah (100BASE-BX10-D/U)	IEEE 802.3ah (1000BASE-BX10-D/U)
Wellenlängen, nm		
Upstream	1 310 nm	1 310 nm
Downstream	1 550 nm	1 490 nm
Video-Overlay	---	---
max. optische Leistungen, dBm		
Sender	-8	-3
Empfänger	-8	-3
Lichtwellenleiteranlage		
max. Einfügeverlust, dB	5,5	5,5

Anhang B (informativ)

Beispielhafte Gebäude-Lichtwellenleiterinfrastrukturen

B.1 Allgemeines

Die bis hierher zusammengestellten Optionen einer Lichtwellenleiterinfrastruktur zur Realisierung eines Gebäude-Anschlusses ans optische Netz werden in diesem Anhang für die Netzarchitekturen FTTB und FTTH im MDU beispielhaft dargestellt. Dabei wird der allgemeine Fall betrachtet, bei dem das Gebäude parallel von mehreren Netzbetreibern versorgt wird, die unterschiedliche Systemtechnologien einsetzen. Neben den hier dargestellten können auch gemischte Architekturen verwendet werden, in denen ein Teil der Endkunden über FTTB, ein anderer über FTTH angeschlossen wird.

B.2 FTTB-Anschluss

In der FTTB-Architektur werden die Lichtwellenleiter der Netzbetreiber im HÜP terminiert. Ein oder mehrere opto-elektronische Netzabschlussgeräte (OE-ASG) werden mit Verbindungsschnüren daran angeschlossen (Bild B.1). Jeder Netzbetreiber kann je Gebäude nur einen HÜP installieren, wobei aber mehrere Lichtwellenleiter seines externen Netzes dort terminiert werden können.

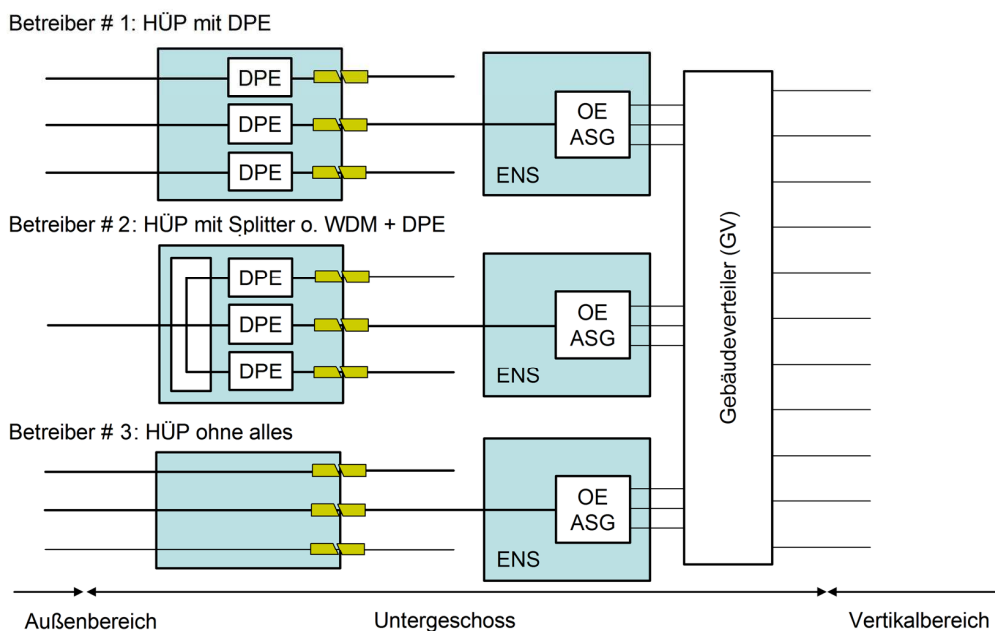


Bild B.1 – Elemente der optischen Gebäudeverkabelung in einer FTTB-Architektur

Daneben können sich im HÜP noch weitere Elemente befinden, z. B.:

- Demarkationspunkt-Einheiten (DPE) zur optischen Fern-Überwachung;
- optischer Leistungsteiler für TDM-PONs;
- optischer Wellenlängen-Multiplexer für WDM-PONs.

Die beiden letztgenannten Optionen kommen in einer FTTB-Architektur vorzugsweise dann zum Einsatz, wenn ein einzelnes OE-ASG aufgrund von Bandbreitenbeschränkungen oder zu wenigen Anschluss-Ports zur Versorgung eines Gebäudes nicht ausreicht.

Die Verkabelung vom HÜP zu den OE-ASG muss mit Einmoden-Lichtwellenleitern ausgeführt werden, wobei biege-unempfindliche Lichtwellenleiter verwendet werden müssen, die mindestens die Anforderungen nach [DIN EN 60793-2-50 \(VDE 0888-325\):2008](#), Typ B6_a, erfüllen müssen (siehe [Abschnitt 5](#)).

Die am HÜP optisch angeschlossenen OE-ASG stellen auf der LAN-Seite unterschiedliche Schnittstellen für die Gebäudeverkabelung bereit: Telefon (POTS oder ISDN), ADSL oder VDSL, WLAN, Ethernet über Kupfer oder über Kunststofffasern (POF) etc. Diese Dienste werden über den Gebäudeverteiler (GV) und die im Gebäude eventuell schon vorhandene oder neu zu installierende Infrastruktur bereitgestellt.

Der Gebäudeverteiler wird von allen Netzbetreibern gemeinsam genutzt. Zusammen mit den verschiedenen HÜPs (ein HÜP je Betreiber) befindet er sich in einem Kolokations-Areal, üblicherweise im Untergeschoss des Gebäudes.

B.3 FTTH-Anschluss

In der FTTH-Architektur werden die Lichtwellenleiter eines oder mehrerer Netzbetreiber im Untergeschoss des Gebäudes am HÜP des jeweiligen Betreibers terminiert. Die Lichtwellenleiter der Vertikalverkabelung werden im Gebäudeverteiler mit Lichtwellenleiter-Steckverbindern nach DIN EN 61754-20 (Typ LC-APC) terminiert (siehe [4.5](#)) und von dort mit Verbindungsschnüren an den HÜP angeschlossen (Bild B.2). Die Vertikalverkabelung verbindet die einzelnen Wohnungen mit dem externen Netz gegebenenfalls über einen zusätzlichen Glasfaser-Sammelpunkt auf der Etage (Gf-SP). Die Vertikalverkabelung muss bis zur ENS mit Einmoden-Lichtwellenleitern ausgeführt werden unter Verwendung biege-unempfindlicher Fasern nach [5.3.2](#).

Auf der Nutzerseite wird die Vertikalverkabelung in der ENS mit Lichtwellenleiter-Steckverbindern nach DIN EN 61754-20 (Typ LC-APC) terminiert. Jede Wohnung wird über nur einen Zugang versorgt (siehe [DIN EN 50173-4](#)), der mehrere Faserabschlüsse beinhalten kann. Es sollten vier Lichtwellenleiter zwischen dem Gf-GV und dem Gf-TA verlegt werden, von denen mindestens zwei in evtl. Etagenverteilern durchverbunden und an den Enden (im Gf-GV und am Gf-TA) mit Steckverbindern nach DIN EN 61754-20 (Typ LC-APC) terminiert werden. Die andere(n) Faser(n) kann/können bei Bedarf angeschlossen werden, um z. B. zusätzliche Fernsehsignale (siehe [Anhang A](#)) oder weitere Dienste eines anderen Anbieters bereitzustellen. Das OE-ASG wird mittels einer Einmoden-Lichtwellenleiter-Verbindungsschnur an den Gf-TA angeschlossen. Das OE-ASG selbst kann mit einem Steckverbinder versehen sein oder direkt mit der Verbindungsschnur verspleißt werden.

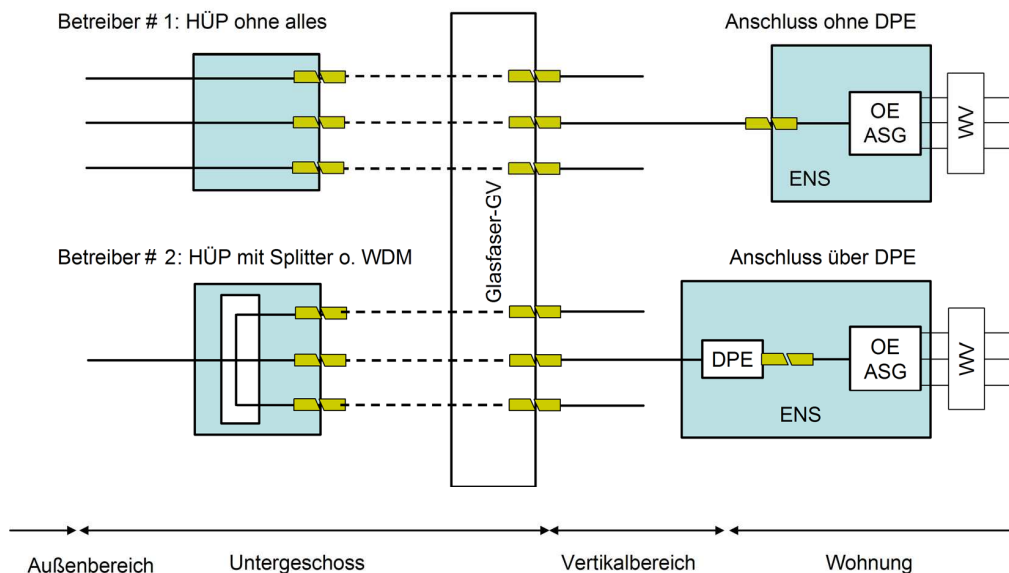


Bild B.2 – Elemente der optischen Gebäudeverkabelung in einer FTTH-Architektur

VDE-AR-E 2800-901:2009-12

In der FTTH-Architektur kann jeder Netzbetreiber im Gebäude nur einen HÜP installieren. Neben der Terminierung der Außenkabel können sich im HÜP noch weitere Elemente befinden, z. B.:

- optischer Leistungsteiler für TDM-PONs;
- optischer Wellenlängen-Multiplexer für WDM-PONs.

Die am Wohnungszugang angeschlossenen OE-ASG sind wohnungsseitig mit Schnittstellen für unterschiedliche Netztechnologien ausgestattet, die über einen separaten Wohnungsverteiler oder direkt an die Wohnungsinfrastruktur anzuschließen sind. Zwischen Gf-GV und WV kann sich noch ein Glasfaser-Sammelpunkt (Gf-SP) befinden, der aber lediglich der Verbindung zwischen Teilstrecken der Vertikalverkabelung dient, darüber hinaus aber keine weiteren Funktionen, insbesondere keine Leistungsteiler oder WDM-Multiplexer/-Demultiplexer, beinhalten darf.

Der Gebäudeverteiler wird von den Netzbetreibern gemeinsam genutzt. Zusammen mit den jeweiligen HÜPs befindet er sich üblicherweise in einem Kolokations-Areal im Untergeschoss eines Mehrfamilienhauses.

Anhang C (informativ)

Abkürzungen deutsch/englisch

deutsch		englisch	
10G-PON	10 Gigabit-PON	10G-PON	10 Gigabit-PON
10G-EPON	10 Gigabit-EPON	10G-EPON	10 Gigabit EPON
1 000BASE-BX	1 GBit Ethernet (optisch)	1 000BASE-BX	1 GBit Ethernet (optical)
ADSL	Asymmetrische digitale Teilnehmeranschlussleitung	ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber Line
CO	Vermittlungsstelle	CO	Central Office
CP	Endkundenareal	CP	Customer Premises
DP	Demarkationspunkt	DP	Demarcation Point
DPE	Demarkationspunkt-Einheit	DPU	Demarcation Point Unit
DPME	Demarkationspunkt-Messeinheit	DPME	Demarcation Point Measuring Equipment
DS/US	von der/zur Netzzentrale	DS/US	Downstream/Upstream
EFM	Ethernet in the First Mile	EFM	Ethernet in the First Mile
ENS	Schnittstelle zum externen Netz	ENI	External Network Interface
EPON	Ethernet PON	EPON	Ethernet PON
EV	Etagenverteiler	FD	Floor Distributor
FTTB	Faser bis in das Gebäude	FTTB	Fiber to the Building
FTTH	Faser bis in die Wohnung	FTTH	Fiber to the Home
Gf-SP	Glasfaser-Sammelpunkt	Fb-CP	Fiber Concentration Point
Gf-GV	Glasfaser-Gebäudeverteiler	Fb-BD	Fiber Building Distributor
Gf-SV	Glasfaser-Standortverteiler	Fb-CD	Fiber Campus Distributor
Gf-TA	Glasfaser-Teilnehmeranschluss	Fb-TO	Fiber Telecommunications Outlet
GPON	Gigabit-PON	GPON	Gigabit PON
GV	Gebäudeverteiler	BD	Building Distributor
HÜP	Hausübergabepunkt	BEF	Building Entrance Facility
ISDN	Dienste integrierendes digitales Nachrichtennetz	ISDN	Integrated Services Digital Network
LAN	Lokales Netz	LAN	Local Area Network
MDU	Mehrfamilienhaus	MDU	Multi Dwelling Unit
OE-ASG	Opto-elektronisches Anschlussgerät	OE-EQP	Optoelectronic Equipment
OLT	Optische Leitungsabschluss-einrichtung	OLT	Optical Line Termination
ONT	Optische Netzabschlusseinrichtung	ONT	Optical Network Termination
POF	Kunststofffaser	POF	Polymer Optical Fiber
PON	Passives Optisches Netz	PON	Passive Optical Network

VDE-AR-E 2800-901:2009-12

deutsch		englisch	
PTP	Punkt-zu-Punkt	ptp	point-to-point
PTMP	Punkt-zu-Multipunkt	ptmp	point-to-multipoint
SV	Standortverteiler	CD	Campus Distributor
SWV	Sekundärer Wohnungsverteiler	SHD	Secondary Home Distributor
TDM	Zeitmultiplex	TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Zeitmultiplex mit Mehrfachzugriff	TDMA	Time Division Multiplexing Access
TDM-PON	Zeitmultiplex-PON	TDM-PON	Time Division Multiplexing PON
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line	VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
WDM	Wellenlängenmultiplex	WDM	Wavelength Division Multiplexing
WDM-PON	Wellenlängenmultiplex-PON	WDM-PON	Wavelength Division Multiplexing PON
WLAN	Lokales Funknetz	WLAN	Wireless Local Area Network
WV	Wohnungsverteiler	HD	Home Distributor

Literaturhinweise

- [1] ITU-T G. 984.1, *Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics*
- [2] ITU-T G.984.2, *Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification*
- [3] ITU-T G. 984.3, *Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Transmission convergence layer specification*
- [4] ITU-T G. 984.4, *Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): ONT management and control interface specification*
- [5] ITU-T G. 984.5, *Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Enhancement band*
- [6] ITU-T G. 984.6, *Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Reach extension*
- [7] ITU-T G. 987.2, *PMD layer specifications*
- [8] IEEE 802.3, *IEEE Standard for Information technology-Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*