



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Kommunikation BAKOM**

---

## Technische Richtlinien

betreffend

### **FTTH-Installationen in Gebäuden, physikalische Medien der Schicht 1**

---

Ausgabe 3: 05.03.2012

# Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines .....	4
1.1	Geltungsbereich .....	4
1.2	Teilnehmer .....	4
1.3	Kontaktadresse .....	5
1.4	Referenzen.....	5
1.5	Definitionen und Abkürzungen.....	7
1.5.1	Allgemeine Definitionen .....	7
1.5.2	Abkürzungen .....	9
2	Referenzmodell.....	11
2.1	Allgemeine Erwägungen zu Gebäuden .....	11
2.2	Gebäudeeinführungspunkt (BEP) .....	11
2.3	Etagenverteiler (FD).....	11
2.4	Gebäudeverkabelung.....	12
2.5	Optische Telekommunikationssteckdose (OTO) .....	12
2.6	Optischer Netzabschluss (ONT) .....	12
2.7	Teilnehmernetzgerät (CPE) .....	12
2.8	Wohnungsverkabelung .....	12
2.9	Benutzergeräte .....	12
3	Allgemeine Überlegungen zu Fasern und Kabeln .....	13
3.1	Fasermerkmale .....	13
3.2	Anforderungen an den Biegeradius .....	13
3.3	Spleissungskompatibilität zwischen Innen- und Aussenkabeln.....	14
3.4	Kabeltyp .....	14
3.4.1	Aussenkabel.....	14
3.4.2	Innenkabel.....	14
3.5	Faser-Farbkodierung .....	14
3.5.1	Mikrorohr-Verkabelung zur Installation durch Einblasen .....	16
3.6	Kabel mit Bestandteilen aus brennbaren Materialien .....	16
4	Spezifikationen am Gebäudeeinführungspunkt.....	17
4.1	Installationsanforderungen am Gebäudeeinführungspunkt.....	17
4.2	Fusionsspleiss am Gebäudeeinführungspunkt.....	17
4.3	Anschlusskasten am Gebäudeeinführungspunkt .....	18
4.3.1	Spleisskassette .....	19
4.3.2	Standort des Gebäudeeinführungspunktes .....	19
5	Etagenverteiler.....	20
6	Spezifikation an der optischen Telekommunikationssteckdose (OTO).....	21
6.1	Fasermerkmale .....	21

6.2	Steckdose .....	21
6.3	Verbindungstyp .....	21
6.3.1	Optische Steckverbinder .....	21
6.3.2	Spleisse .....	22
6.4	Standort der optischen Telekommunikationssteckdose .....	22
6.5	Identifikationscode der OTO .....	22
6.6	Identifikationscode der Wohnung .....	24
6.6.1	Geschossdefinition .....	24
6.6.2	Geschossnummerierung .....	24
6.6.3	Wohnungsnummerierung .....	25
6.6.4	Sonderfälle .....	26
6.6.5	Wohnungsdivision .....	26
6.6.6	Wohnungszusammenlegung .....	26
6.6.7	Erweiterung des Gebäudes .....	27
6.6.8	Stand der Wohnungsidentifikation in der Schweiz .....	27
7	Qualität der Gebäudeverkabelung (BEP-OTO) .....	28
8	Prüfung der Gebäudeverkabelung (BEP-OTO) .....	29
8.1	Referenz-Prüfmethode: bidirektionale OTDR-Messung vom POP zur OTO .....	29
8.2	OTDR-Messung von der OTO in eine Richtung .....	30
9	Sicherheitsanforderungen .....	32
9.1	Allgemeine Anforderungen .....	32
9.2	Lasersicherheit .....	32
10	Anhang 1 Wohnungsverkabelung .....	33
10.1	Allgemeine Empfehlungen .....	33
10.2	Beispiel mit zentralem Wohnungsverteilerkasten oder Wandkasten .....	33
10.3	Beispiel ohne zentralen Wohnungsverteilerkasten oder Wandkasten .....	34
11	Anhang 2 FTTH-Installation in neuen Gebäuden .....	35

# 1 Allgemeines

## 1.1 Geltungsbereich

Dieses Dokument definiert technische Richtlinien für die physikalischen Medien der Schicht 1 des Teils der Glasfasernetz-Installation im Innern von Gebäuden. Es wurde von einer Arbeitsgruppe der Telekommunikationsbranche verfasst, zu der Betreiber, Lieferanten, Vereinigungen und die Regulierungsbehörde gehören. Ziel dieser technischen Richtlinien ist sicherzustellen, dass die Installation in einem Gebäude an zwei oder mehr Glasfasernetze angeschlossen werden kann, die den gleichen Standort abdecken. Dies hat den Vorteil, dass die Installation im Gebäudeinnern immer nur einmal ausgeführt werden muss. Kommerzielle Fragen sind nicht Gegenstand dieser technischen Richtlinien.

Die Installation im Gebäudeinnern reicht vom Hausübergabepunkt, normalerweise im Keller des Gebäudes, bis zur optischen Telekommunikationssteckdose in den Räumlichkeiten des Teilnehmers. Diese technischen Richtlinien beschreiben ein Referenzmodell, spezifizieren physikalische Infrastrukturelemente und beschreiben Prozesse. Weder Zugangs- noch Wohnungsnetzwerke werden hier spezifiziert, obwohl sie relevant sind, da sie einen Einfluss auf die Installation im Gebäude haben. Diese technischen Richtlinien basieren so weit wie möglich auf anerkannten internationalen technischen Richtlinien.

Obwohl diese technische Richtlinie wichtige Aspekte der Installation im Gebäudeinnern beschreibt, stellt sie keine umfassende Lösung dar. Jeder Netzbetreiber ist für die Planung und Implementierung seines FTTH-Netzwerks unter Anwendung geeigneter technischer Verfahren verantwortlich.

Die Glasfasernetz-Technologie entwickelt sich zurzeit ständig weiter. Die Arbeitsgruppe verfolgt diese Entwicklung und überarbeitet wenn nötig diese technischen Richtlinien, um neue Entwicklungen zu berücksichtigen. In der zweiten Ausgabe dieses Dokuments wurde der Titel abgeändert und lautet nun „FTTH-Installationen in Gebäuden, physikalische Medien der Schicht 1“, um den Geltungsbereich dieser Richtlinie genauer wiederzugeben.

Diese technische Richtlinie ist freiwillig und für keine Partei rechtlich bindend. Die Arbeitsgruppe empfiehlt aber jeder Partei, die FTTH in Gebäuden installiert, diese technische Richtlinie einzuhalten.

Diese technische Richtlinie ist auch auf Englisch, Französisch und Italienisch verfügbar. Massgebend ist die englische Fassung.

## 1.2 Teilnehmer

Folgende Organisationen haben einen Beitrag geleistet:

ABL AG  
Broadband Networks AG  
Cablecom  
Cablex AG  
Dätwyler Schweiz AG  
Diamond SA  
Drahtex AG  
EMSS GmbH  
EWZ Telecom  
Bundesamt für Kommunikation  
Bundesamt für Metrologie  
Feller AG  
Fibre Lac SA  
Huber + Suhner  
IWB Telekom  
Reichle & De-Massari AG  
Sankt Galler Stadtwerke

Saphir Group Engineering AG (ASUT)  
Sateldranse SA  
Sierre Energie SA  
Sunrise  
Swisscable  
Swisscom  
Swissfibre Systems AG  
Valaiscom AG  
VTX Services SA  
Wilhelm Sihm AG  
3M (Schweiz) AG

### 1.3 Kontaktadresse

Fragen zu dieser Richtlinie sind zu richten an:

Bundesamt für Kommunikation  
Zukunftstrasse 44  
Postfach 332  
2501 Biel  
Telefon: +41 32 327 55 11  
Fax: +41 32 327 55 55  
info@bakom.admin.ch

### 1.4 Referenzen

- [1] EN 50173-1 Informationstechnik. Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen. Allgemeine Anforderungen
- [2] ITU G.652 Characteristics of a single-mode optical fibre and cable
- [3] ITU G.657 Characteristics of a Bending Loss Insensitive Single Mode Optical Fibre and Cable for the Access Network
- [4] IEC 60793-2-50 Lichtwellenleiter – Teil 2-50: Produktspezifikationen – Rahmenspezifikation für Einmodenfasern der Kategorie B
- [5] IEC 60304 Standardfarben der Isolierung von Niederfrequenz-Kabeln und -Drähten
- [6] IEC 60794-5 Lichtwellenleiterkabel – Teil 5: Rahmenspezifikation – Mikrorohr-Verkabelung zur Installation durch Einblasen
- [7] IEC 60794-3-11 Lichtwellenleiter – Teil 3-11: Außenkabel – LWL-Fernmelde-Erd- und Röhrenkabel – Bauartspezifikation
- [8] IEC 60794-2-20 Lichtwellenleiterkabel – Teil 2-20: LWL-Innenkabel – Familienspezifikation für Mehrfaserverteilerkabel
- [9] IEC 61756-1 Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Schnittstellennorm für Einzelfasermanagementsysteme – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden
- [10] IEC 61754-20 Steckgesichter von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 20: Steckverbinderfamilie der Bauart LC
- [11] IEC 61755-3-2 Optische Schnittstellen für Lichtwellenleiter-Steckverbinder – Teil 3-2: Optische Schnittstellen mit 8° abgeschrägten Zirkonium-Ferrulen mit 2,5 mm und 1,25 mm Durchmesser für Einmodenfasern mit physikalischem Kontakt
- [12] IEC 61755-3-6 Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 3-6: Optische Schnittstelle – Zylindrische, 8 Grad angeschrägte PC-Ferrulen mit 2,5 mm und

- 1,25 mm Durchmesser für Einmodenfaser, mit Cu-Ni-Legierung als Material für die Faserfassung
- [13] IEC 61755-3-8 Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 3-8: Optische Schnittstelle – Zylindrische 8 Grad angeschrägte APC-Composite-Ferrulen mit 2,5 mm und 1,25 mm Durchmesser für Einmodenfaser, mit Titan als Material für die Faserfassung, Einmoden LWL
  - [14] IEC 61755-1 Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 1: Optische Schnittstellen von nicht-dispersionsverschobenen Einmodenfasern – Allgemeines und Leitfadern
  - [15] IEC 61753-021-2 Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Betriebsverhalten – Teil 021-2: Lichtwellenleiter-Steckverbinder der Stufe C/3 für Einmodenfasern für die Kategorie C – Kontrollierte Umgebung
  - [16] IEC 61280-4-2 Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 4-2: Lichtwellenleiter-Kabelanlagen; Dämpfungsmessung in Einmoden-LWL-Kabelanlagen
  - [17] EN 50173-4 Informationstechnik. Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen. Wohnungen
  - [18] Normenreihe EN 50083 (1-10) Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste
  - [19] Normenreihe IEC 60825 Sicherheit von Lasereinrichtungen
  - [20] SUVA Sicherheitsanforderungen an Lichtwellenleiter-Kommunikationssysteme (LWLKS)
  - [21] NIV 734.27 Niederspannungs-Installationsverordnung
  - [22] Normenreihe IEC 60332 Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall
  - [23] Normenreihe IEC 60754 Tests on gases evolved during combustion of materials from cables
  - [24] Normenreihe IEC 61034 Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen
  - [25] Richtlinie zur Wohnungsnummerierung, BFS, Februar 2008
  - [26] Multimedia-Installationen – bauliche Voraussetzungen für Ein- und Mehrfamilienhäuser, Comité électrotechnique suisse (CES)
  - [27] ITU X.200 Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The basic model
  - [28] IEC 61753-131-3 Ausgabe 1.0: Lichtwellenleiter-Verbindungselemente und passive Bauteile - Betriebsverhalten - Teil 131-3: Mechanische Spleisse für Einmoden-Lichtwellenleiter für die Kategorie U – Unkontrollierte Umgebung
  - [29] EN 50411-3-2 LWL-Spleisskassetten und -Muffen für die Anwendung in LWL-Kommunikationssystemen - Produktnorm - Teil 3-2: Mechanische Spleisse für Einmodenfasern
  - [30] IEC 61073-1 Lichtwellenleiter-Verbindungselemente und passive Bauteile – Mechanische Spleisse und Fusionspleisssschutze für optische Fasern und Kabel - Teil 1: Fachgrundspezifikation
  - [31] IEC 61754-28 Lichtwellenleiter-Verbindungselemente und passive Bauteile – Steckgesichter von Lichtwellenleiter-Steckverbindern - Teil 28: Steckverbinderfamilie der Bauart LF3

Alle Gesetzestexte mit SR-Referenzen sind in der systematischen Sammlung des Bundesrechts publiziert und auf der Internetseite [www.bk.admin.ch](http://www.bk.admin.ch) abrufbar. Sie können ebenfalls beim BBL, CH-3003 Bern, bezogen werden.

Die technischen und administrativen Vorschriften sowie die Nummerierungspläne können auf der Internetseite [www.bakom.admin.ch](http://www.bakom.admin.ch) eingesehen oder beim Bundesamt für Kommunikation, Zukunftstrasse 44, Postfach, 2501 Biel, bezogen werden.

Die ITU-T-Empfehlungen können bei der ITU, Place des Nations, 1211 Genève 20, <http://www.itu.int/ITU-T/>, bezogen werden.

Die ETSI-Normen sind beim Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen, 650, route des Lucioles, 06921 Sophia Antipolis, Frankreich, [www.etsi.org](http://www.etsi.org), erhältlich.

Die ISO-Normen können beim Zentralsekretariat der Internationalen Organisation für Normung, 1, rue de Varembé, 1211 Genève, [www.iso.ch](http://www.iso.ch), bezogen werden.

Die IEC-Normen sind beim Zentralbüro der IEC, 3, rue de Varembé, CH-1211 Genève 20, [www.iec.ch](http://www.iec.ch), erhältlich.

Die Schweizer Normen (SN) können bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, bezogen werden ([www.snv.ch](http://www.snv.ch)).

Die W3C-Empfehlungen sind unter [www.w3c.org](http://www.w3c.org) verfügbar.

Die RFCs des IAB sind unter [www.ietf.org](http://www.ietf.org) verfügbar.

Die als Referenz angegebenen Normen sind in der Fassung massgebend, die am 5. März 2012 gültig war.

## 1.5 Definitionen und Abkürzungen

### 1.5.1 Allgemeine Definitionen

Für diese Branchennorm gelten folgende Definitionen und Abkürzungen. Sie basieren auf dem europäischen Standard für die Normenreihe EN 50173, z. B. [1].

#### **Systemverwaltung**

Methodik, welche die Anforderungen an die Dokumentation einer Kommunikationskabelanlage und ihren Umfang, die Kennzeichnung funktionaler Elemente und das Verfahren zur Aufzeichnung von Umzügen, Erweiterungen und Änderungen definiert.

#### **Gebäudeeinführungspunkt**

Einrichtung, die alle notwendigen mechanischen und elektrischen Leistungsmerkmale aufweist und den einschlägigen Vorschriften entspricht, um Nachrichtenkabel in ein Gebäude einzuführen, und die den Übergang von Aussen- auf Innenkabel erlauben kann.

#### **Verkabelung**

Anordnung von Nachrichtenkabeln, flexiblen Kabeln und Verbindungstechnik, die den Betrieb von Einrichtungen der Informationstechnik unterstützt.

#### **Verbindung**

Gesteckte Einheit oder Kombination gesteckter Einheiten einschliesslich Abschlüssen zur Verbindung von Kabeln oder Verseilelementen mit anderen Kabeln, Verseilelementen oder anwendungsspezifischen Geräten.

#### **Schnur**

Verseilelement oder Kabelbündel mit wenigstens einem Abschluss.

**Verteiler**

Begriff zur Bezeichnung der Funktionen einer Zusammenstellung von Komponenten (z. B. Rangierfelder, Rangierschnüre) für die Verbindung von Kabeln.

**Geräteschnur**

Verbindungsschnur zwischen einem Gerät und einem Verteiler.

**Geräteschnittstelle**

Punkt, an dem ein anwendungsspezifisches Gerät an die anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlage oder an die Netzzugangsverkabelung angeschlossen werden kann.

**Wohnungsverteiler**

Verteiler in einer Wohnung, an dem Kabel enden.

**Innenkabel**

Kabel, das für die Innenverkabelung gemäss der Normenreihe IEC 60794-2 [8] und im Temperaturbereich von -20°C bis +60°C zu verwenden ist.

**Durchverbinden**

Verfahren zur Verbindung eines Teilsystems der Verkabelung mit einer Endeinrichtung (oder einem anderen Teilsystem der Verkabelung), ohne Rangierschnüre oder Rangierpaare zu verwenden.

**Schicht 1**

Schicht 1 des ISO-OSI-Modells, die der physikalischen Schicht entspricht [27].

**Optisches Kabel**

Kabel, das aus einem oder mehreren Fasern besteht.

**Optischer Duplexadapter**

Mechanische Einrichtung, die zwei optische Duplexsteckverbinder zusammenführt und verbindet.

**Optischer Duplexsteckverbinder**

Mechanische Verbindung zur Übertragung von optischer Leistung von einem Faser-Paar zum anderen.

**Aussenkabel**

Kabel, das für die Aussenverkabelung gemäss der Normenreihe IEC 60794-3 [7] und im Temperaturbereich von -30°C bis +70°C zu verwenden ist.

**Physikalische Medien**

Teil der Schicht 1, der die Verkabelung, Adapter, Steckverbinder und die Identifikation umfasst.

**Miniatursteckverbinder**

Optischer Steckverbinder, der für die Aufnahme von zwei oder mehr Fasern mit mindestens derselben Packungsdichte wie derjenigen von Steckverbindern für symmetrische Verkabelung nach der Reihe EN 60603-7 ausgelegt ist.

**Spleiss**

Verbindung von Leitern oder Fasern, im Allgemeinen aus zwei verschiedenen Kabeln.

**Telekommunikation**

Technologie, die sich mit der Übertragung, dem Senden und dem Empfangen von Zeichen, Signalen, Texten, Bildern und Tönen beschäftigt, d. h. mit dem Übertragen von Nachrichten aller Art über Draht, Funk, Licht oder andere elektromagnetische Systeme.

**Telekommunikationssteckdose**

Ortsgebundene Steckvorrichtung, an der das IKT-Innenkabel endet. Bildet für IKT-Anwendungen die Schnittstelle zur Geräteanschlussverkabelung.



**Endeinrichtung**

Einrichtung (z. B. Telefon), die dem Benutzer Zugang zu einer Anwendung an einem Anwendungsanschluss bietet.

**Geräteanschlussverkabelung**

Schnüre und andere Vorrichtungen, die die Telekommunikationssteckdose oder den Rundfunkanschluss mit der Endeinrichtung verbinden.

**Prüfschnittstelle**

Punkt, an dem Prüfgeräte mit der anwendungsneutralen Verkabelung verbunden werden können.

**Übertragungseinrichtung**

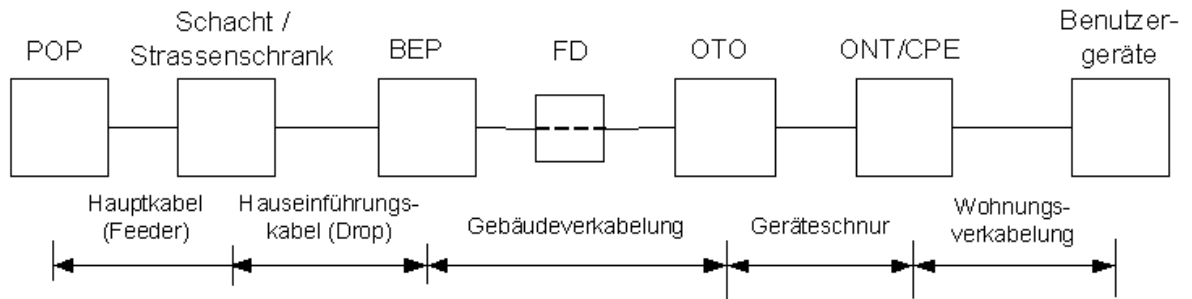
Aktive oder passive Einrichtung, die zur Verteilung von Anwendungen von Verteilern zu anderen Verteilern und zu Anschlüssen verwendet wird.

## 1.5.2 Abkürzungen

APC	physikalischer Kontakt mit Schrägschliff (Angled Physical Contact)
BEP	Gebäudeeinführungspunkt (Building Entry Point) <i>Hinweis: BEP wird landläufig auch synonym mit HAK=Hausanschlusskasten verwendet</i>
CAT	Kategorie
CATV	Kabelfernsehen
CPE	Teilnehmernetzgerät (Customer Premises Equipment)
DSL	Digital Subscriber Line
FD	Etagenverteiler (Floor Distributor)
FITH	Fibre in the Home
FTTH	Fibre to the Home
HF	Hochfrequenz
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IP	Schutz gegen Eindringen von Festkörpern und Flüssigkeiten (Ingress Protection)
IL	Einfügedämpfung
ITU	Internationale Fernmeldeunion
LAN	lokales Netz
ONT	optischer Netzabschluss (Optical Network Termination)
OTDR	optisches Zeitbereichreflektometer (Optical Time Domain Reflectometer)
OTO	optische Telekommunikationssteckdose (Optical Telecommunications Outlet)
OTO-ID	Identifikationscode der OTO
OTU	optische Netzabschlusseinheit (Optical Termination Unit)
PC	physikalischer Kontakt
POP	Verteilknotenpunkt (Point of Presence)
RL	Rückflusdämpfung
TBD	noch zu bestimmen (to be decided)

TEL	Telefon
TO	Telekommunikationssteckdose (Telecommunications Outlet)
TP	verdrilltes Aderpaar (Twisted Pair)

## 2 Referenzmodell



### Legende

BEP	Gebäudeeinführungspunkt (Building Entry Point)
CPE	Teilnehmernetzgerät (Customer Premises Equipment)
FD	Etagenverteiler (Floor Distributor)
ONT	optischer Netzabschluss (Optical Network Termination)
OTO	optische Telekommunikationssteckdose (Optical Telecommunications Outlet)
POP	Verteilknotenpunkt (Point of Presence)

Abbildung 1: Referenzmodell für FTTH-Installationen in Gebäuden

Diese technische Richtlinie beschreibt Aspekte der Hauseinführungsverkabelung, des Gebäudeeinführungspunktes, der Gebäudeverkabelung und der optischen Telekommunikationssteckdose.

### 2.1 Allgemeine Erwägungen zu Gebäuden

Das Referenzmodell ist sowohl auf neue als auch auf bestehende Gebäude, inkl. Sonderfälle wie Wohnungsteilung oder -zusammenlegung, anwendbar. Allgemeine Erwägungen werden im Abschnitt 6.6 aufgeführt. Weitere Einzelheiten sind in [26] zu finden.

### 2.2 Gebäudeeinführungspunkt (BEP)

Der Gebäudeeinführungspunkt ermöglicht die Verbindung zwischen Aussenkabel (Feeder- und/oder Hauseinführungskabel) und Innenkabel (Gebäudekabel). Die Verbindung kann aus einem Fusionsspleiss oder einer anderen optischen Verbindung bestehen.

*Hinweis: In Einfamilienhäusern ist die Funktionalität des Gebäudeeinführungspunktes allenfalls nicht erforderlich. In diesem Fall endet das Hauseinführungskabel direkt an der OTO.*

### 2.3 Etagenverteiler (FD)

Der Etagenverteiler ist ein optionales Element für den Übergang vom vertikalen zum horizontalen Innenkabel.

## **2.4 Gebäudeverkabelung**

Die Gebäudeverkabelung verbindet den Gebäudeeinführungspunkt mit der optischen Telekommunikationssteckdose. Hauptbestandteile sind optische Innenkabel oder andere, durch Einblasen installierte Glasfaserelemente. Ein Schlüsselement dieser technischen Richtlinien ist, dass vier Fasern zwischen dem BEP und jeder OTO installiert sind.

## **2.5 Optische Telekommunikationssteckdose (OTO)**

Die optische Telekommunikationssteckdose ist eine ortsgebundene Steckvorrichtung, an der das Glasfaser-Innenkabel endet. Sie bildet die optische Schnittstelle zur Geräteschnur des optischen Netzabschlusses/Teilnehmernetzgeräts.

## **2.6 Optischer Netzabschluss (ONT)**

Der optische Netzabschluss schliesst das FTTH-Netzwerk in der Kundeninstallation ab. Er enthält einen elektrisch-optischen Konverter. Der optische Netzabschluss und das Teilnehmernetzgerät können integriert sein.

## **2.7 Teilnehmernetzgerät (CPE)**

Jedes aktive Gerät, z. B. eine Set-Top-Box, das FTTH-Dienste (schnelle Datenübertragung, TV, Telefonie usw.) für den Endbenutzer bereitstellt, ist ein Teilnehmernetzgerät. Der optische Netzabschluss und das Teilnehmernetzgerät können integriert sein.

## **2.8 Wohnungsverkabelung**

Die Wohnungsverkabelung unterstützt die Verteilung einer breiten Palette von Anwendungen wie TV, Telefon, Internetzugang usw. innerhalb des Gebäudes. Die anwendungsspezifischen Geräte sind nicht Bestandteil der Wohnungsverkabelung.

## **2.9 Benutzergeräte**

Über Benutzergeräte wie TV, Telefon, PC usw. haben die Benutzer Zugang zu den FTTH-Diensten.

### 3 Allgemeine Überlegungen zu Fasern und Kabeln

#### 3.1 Fasermerkmale

Die Fasermerkmale sind in verschiedenen internationalen Normen vorgegeben. Meistens wird auf die Faserkodierung der ITU und der IEC verwiesen. Beide Kodierungen werden in diesem Dokument verwendet.

Der Fasertyp ist Einmodenfaser.

Am Gebäudeeinführungspunkt müssen die Fasern des Hauseinführungskabels (Aussenkabel) und diejenigen der Gebäudeverkabelung (Innenkabel) miteinander verbunden werden. Die Spezifikationen dieser Fasern sind in den verschiedenen Standardfaserkategorien beschrieben. Sie müssen bestimmte Anforderungen erfüllen, die in den Referenzen gemäss nachfolgender Tabelle 1 beschrieben sind.

Tabelle 1: Fasermerkmale

Fasertyp	ITU-Kodierung	IEC-Kodierung
Aussenkabel	G.652D	IEC 60793-2-50 B1.3
Aussenkabel	G.657A*	IEC 60793-2-50 B6 a
Innenkabel	G.657A*	IEC 60793-2-50 B6 a

\* G.657A schliesst sowohl G.657A1 als auch A2 ein.

Biegeoptimierte Fasern G.657B2 und B3 werden aus Kompatibilitätsgründen nicht empfohlen.

Die Hauseinführungs- und die Gebäudeverkabelung können durch Einblastechiken in Mikrorohren gebaut werden.

#### 3.2 Anforderungen an den Biegeradius

Der Biegeradius im Bereich des Gebäudeeinführungspunktes und der Aussenkabel für Standard-Einmodenfasern gemäss G.652 D oder G.657 A muss mindestens 30 mm betragen.

Der Biegeradius in Bereich der optischen Telekommunikationssteckdose und der Innenkabel für Fasern gemäss G.657 A muss mindestens 15 mm betragen.

Die erwartete mechanische Zuverlässigkeit von optischen Fasern bei mechanischer Belastung muss mindestens 20 Jahre betragen.

Tabelle 2: Anforderungen an den Biegeradius

Kabeltyp	Fasertyp		Biegeradius [mm]
	ITU-Kodierung	IEC-Kodierung	
Aussenkabel	G.652D	IEC 60793-2-50 B1.3	≥ 30
Aussenkabel	G.657A	IEC 60793-2-50 B6_a	≥ 30*
Innenkabel	G.657A	IEC 60793-2-50 B6_a	≥ 15

\* Zur Sicherstellung der Kompatibilität mit Aussenkabeln gemäss G.652 Klasse D ist ein Biegeradius von mindestens 30 mm einzuhalten.

### 3.3 Spleissungskompatibilität zwischen Innen- und Aussenkabeln

Die verschiedenen Durchschnittswerte der Modenfelddurchmesser sowie ihre Toleranz wirken sich auf den Spleissverlust aus, wenn Fasern verschiedener Kategorien und Familien zusammengespleisst werden.

Das Spleisswerkzeug ist in jedem Fall richtig einzustellen und der Spleissverlust unter verschiedenen Faserfamilien richtig einzuschätzen, da es in letzterem Fall einen höheren Spleissverlust geben kann, wenn OTDR-Messungen in eine Richtung vorgenommen werden.

### 3.4 Kabeltyp

Für Installationen am Gebäudeeinführungspunkt sind optische Bündeladerkabel gemäss der Spezifikationenreihe IEC 60794 oder eine Mikrorohr-Verkabelung zur Installation mittels Einblastechnik gemäss der Reihe IEC 60794-5 [6] zu verwenden.

Auf die Kompatibilität anderer Kabelkonstruktionen mit Standardkabeln an den spezifizierten Schnittstellen ist zu achten.

#### 3.4.1 Aussenkabel

Aussenkabel sind durch die Norm IEC 60794-3-11 [7] abgedeckt.

Der Betriebstemperaturbereich reicht von -30°C bis +70°C.

#### 3.4.2 Innenkabel

Innenkabel sind durch die Norm IEC 60794-2-20 [8] abgedeckt und müssen vier Fasern zwischen dem Gebäudeeinführungspunkt und jeder optischen Telekommunikationssteckdose bieten.

Der Betriebstemperaturbereich reicht von -20°C bis +60°C.

### 3.5 Faser-Farbkodierung

Fasern in Bündeladern sowie mit Sekundärschutzmantel sind farbkodiert, damit man die Fasern im Kabel unterscheiden kann. Dank dieser Farbkodierung sind für die Installateure die Fasern an beiden Enden der Faserverbindung leicht erkennbar; zudem ist die richtige Position jeder Faser im Kabel sichtbar.

Die Farben entsprechen den Standardfarben gemäss der Norm IEC 60304 [5].

Bei mehr als 12 Fasern sollten weitere Gruppen von 12 Fasern identifiziert werden, indem die obere Sequenz mit einer zusätzlichen Identifizierung kombiniert wird (zum Beispiel Ringmarkierung, Strichmarkierung oder Kennfaden).

Farbe und Nummerierung der Fasern in Aussenkabeln richten sich nach folgender Tabelle:

Tabelle 3: Farbkodierung der Fasern in Aussenkabeln

<b>Glasfaser-Nr.</b>	<b>Farbe</b>	<b>Glasfaser-Nr.</b>	<b>Farbe</b>
1	Rot	13	Rot + Kennzeichnung
2	Grün	14	Grün + Kennzeichnung
3	Gelb	15	Gelb + Kennzeichnung
4	Blau	16	Blau + Kennzeichnung
5	Weiss	17	Weiss + Kennzeichnung
6	Violett	18	Violett + Kennzeichnung
7	Orange	19	Orange + Kennzeichnung
8	Schwarz	20	Transparent + Kennzeichnung
9	Grau	21	Grau + Kennzeichnung
10	Braun	22	Braun + Kennzeichnung
11	Rosa	23	Rosa + Kennzeichnung
12	Türkis	24	Türkis + Kennzeichnung

Die Farben der Bündeladern in Aussenkabeln sind:

Tabelle 4: Farben der Bündeladern in Aussenkabeln

<b>Bündelader-Nr.</b>	<b>Farbe</b>
1	Rot
2	Grün
3	Farblos oder weiss
4	Farblos oder weiss

Die Zählrichtung wird durch die grüne Bündelader vorgegeben.

Farbe und Nummerierung der Fasern und Bündeladern in Innenkabeln richten sich nach folgender Tabelle:

Tabelle 5: Farben der Fasern und Bündeladern in Innenkabeln

<b>Kabeltyp</b>	<b>Farbe der Fasern oder der Fasern mit Sekundär-schutzmantel</b>
Vierfaserkabel:	
Faser Nr. 1	Rot
Faser Nr. 2	Grün
Faser Nr. 3	Gelb
Faser Nr. 4	Blau

### **3.5.1 Mikrorohr-Verkabelung zur Installation durch Einblasen**

Im Folgenden werden die Anforderungen für Mikrorohr-Kabel, Mikrorohr-Faser-Einheiten, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre zur Installation durch Einblasen und für den Gebrauch im Freien und/oder in Gebäuden genannt. Es muss möglich sein, das Mikrorohr-Kabel während der Betriebsdauer in das Mikrorohr oder in das geschützte Mikrorohr durch Einblasen zu installieren oder daraus zu entfernen.

Für das Installieren von Mikrorohr-Kabeln eignen sich Mikrorohre, die klein, flexibel und leicht sind und deren Aussendurchmesser in der Regel weniger als 16 mm beträgt.

Mikrorohr-Kabel, Faser-Einheiten, Mikrorohre und geschützte Mikrorohre zur Installation durch Einblasen sind in der Reihe IEC 60794-5 [6] definiert.

### **3.6 Kabel mit Bestandteilen aus brennbaren Materialien**

Das Brandverhalten von Innen- und Aussenkabeln sollte die Anforderungen der Normenreihen IEC 60332 [22], IEC 60754 [23] und IEC 61034 [24] erfüllen.



## 4 Spezifikationen am Gebäudeeinführungspunkt

Die folgenden Spezifikationen beziehen sich ausschliesslich auf Punkt-zu-Punkt-Lichtwellenleiterübertragungssysteme und Neuinstallationen.

### 4.1 Installationsanforderungen am Gebäudeeinführungspunkt

Die für FITH verwendeten Kabel sind so gestaltet, dass normale Installationspraktiken und -werkzeuge wo immer möglich verwendet werden können. Sie haben jedoch in der Regel eine eher tiefere Belastungsgrenze als Metalleiterkabel, und unter bestimmten Umständen sind für eine erfolgreiche Installation besondere Sorgfalt und Vorkehrungen nötig.

Besonders zu beachten sind die Empfehlungen des Kabelherstellers und die angegebenen physikalischen Einschränkungen; zudem dürfen die vorgegebenen Kabelzugbeanspruchungsraten für das Aussen- und Innenkabel sowie deren verschiedene Biegeradiusanforderungen nicht überschritten werden. Kabelschäden durch mechanische Überbelastung während der Installation sind möglicherweise nicht sofort ersichtlich, können aber später während der Betriebsdauer zu Ausfällen führen.

Eine sorgfältige Planung und die Vorbereitung einer Installationspezifikation können auf die Installation von Fasern und Verbindungselementen am Gebäudeeinführungspunkt einen grossen Einfluss haben. Die Installationspezifikation sollte Folgendes umfassen:

- 1) Art des Gebäudes:
  - a. Einfamilienhäuser
  - b. Mehrfamilienhäuser
  - c. Geschäftsgebäude
- 2) Kabeleinführungs-Hardware:
  - a. Kabeleinführstützen
  - b. BEP
- 3) Kabeleinführungs-Komponenten:
  - a. Kabelinfrastruktur
  - b. Kabelführungswege, inkl. separater Weg für Leitungen zur Sicherungstafel oder zum Stromzähler
  - c. Potenzielle Gefahren und Installationsumgebung
  - d. Materialaufstellung und technische Anforderungen für Kabel, Spleisskassetten, Spleisse, Kästen
  - e. Details für zusätzliche Arbeiten, Vorbereitung der Kabelführungswege (inkl. Arbeit an Verrohrung, Spleisskassetten und Kabelkanälen)
  - f. Klare Angabe der Zuständigkeiten und Vertragsschnittstellen, besonders bei Einschränkungen des Standorts oder Zugangs
  - g. Anforderungen für Wiederherstellungen, Ersatzteile, Zusatzdienste und regulatorische Fragen nach erfolgter Installation

### 4.2 Fusionsspleiss am Gebäudeeinführungspunkt

Am Gebäudeeinführungspunkt sind Fusionsspleisse zu verwenden.

Die Anforderungen an Fusionsspleisse und Spleissschutze für den Einsatz am Gebäudeeinführungspunkt sind in folgender Tabelle zusammengefasst: Es können Schrumpf- oder Krimpspleissschutze eingesetzt werden. Die Masse sind in der Norm IEC 61756-1 [9] definiert.

Tabelle 6: Fusionsspleiss am Gebäudeeinführungspunkt

<b>Merkmale</b>	<b>Anforderungen</b>
Max. Spleissdämpfung	0,15 dB
Rückflussdämpfung	> 60 dB
Betriebstemperaturbereich	-25°C bis 70°C

**Hinweis:** Mechanische Spleisse sind derzeit nicht für die Verwendung am BEP spezifiziert, weil ihre Masse nicht zu den Fusionsspleissschutzteilen passen. Sollte eine geeignete genormte Lösung für mechanische Spleisse verfügbar werden, wird deren Verwendung wieder in Betracht gezogen.

### 4.3 Anschlusskasten am Gebäudeeinführungspunkt

Einzelfasermanagementsysteme richten sich nach der Norm IEC 61756-1 [9].

Aus Platzgründen kann in kleinen Gebäuden (normalerweise 1-2 Wohnungen) ein Mehrfachanschluss-Managementsystem verwendet werden (1 Spleisskassette).

In Gebäuden mit 3 oder mehr Wohnungen und in Geschäftsliegenschaften sind Einzelanschluss-Managementsysteme zu verwenden (1 Spleisskassette/Wohnung).

Der Anschlusskasten am Gebäudeeinführungspunkt wird an der Innen- oder Aussenwand des Gebäudes befestigt und hat folgende Hauptfunktionen:

- hineingehende Aussen- und herauskommende Innenkabel befestigen
- erforderliche Anzahl Spleisskassetten montieren
- das Management von Einzelanschlüssen ermöglichen (Faseranschluss-Störung)
- klassische Installationen und Installationen durch Einblasen verwalten
- bei Bedarf Sperre ermöglichen
- nicht verwendete Fasern lagern
- Mittel zur Faseridentifikation bereitstellen

Der Schutzgrad für Gebäudeeinführungspunkt-Installationen im Gebäudeinnern ist IP20, für Ausseninstallationen IP44.

Der Betriebstemperaturbereich für Innenanwendungen reicht von -10°C bis +60°C und für Aussenanwendungen von -25°C bis +70°C.

Unten stehende Tabelle nennt die Anforderungen für Überlängen im Anschlusskasten und in der Spleisskassette:

Tabelle 7: Überlängen

Element	Anforderungen
Überlänge von Fasern oder Fasern mit Sekundärschutzmantel	1,5 m

#### 4.3.1 Spleisskassette

Die Spleisskassette für Einzelanschluss-Managementsysteme muss Raum für 4 Spleisse bieten. Zugentlastung muss verfügbar sein.

Die Überlänge von Fasern und umhüllten Fasern wird in der Regel in der gleichen Kassette wie die Spleisse gelagert. Sie soll ermöglichen, den Spleiss zum Spleisswerkzeug oder zu den Spleiss Hilfsmitteln und zurück zum Spleisshalter zu bewegen. Die Länge muss für 3 Nachspleisse genügen. Oft werden die Fasern in Schlaufen nahe dem Spleissbereich gelagert. Zur Optimierung der Bearbeitung und zur Vermeidung einer Nichtbeachtung des Mindestbiegeradius sind Leitlinien nötig.

Die Spleisskassette bietet Raum für 4 Spleisshalter. Verschiedene Typen werden spezifiziert durch:

- Spleisschutztyp
- Befestigungsmethode

Die Kassette muss befestig- oder stapelbar sein.

#### 4.3.2 Standort des Gebäudeeinführungspunktes

Der Standort des Gebäudeeinführungspunktes wird aufgrund der Installationsmöglichkeiten und der Anforderungen des Gebäudeeigentümers festgelegt. Folgendes ist zu berücksichtigen, um den optimalen Standort zu bestimmen:

- Der Gebäudeeinführungspunkt sollte wie folgt platziert sein:
  - in der Nähe der bestehenden vertikalen Verkabelung sein, z.B. der Kupfer-Telefonleitungen, elektrischen Stromkabel, CATV-Kabel, Klingeldrähte.
  - an einem eigens für die Fernmeldetechnik vorgesehenen Ort (Wandkasten), sofern vorhanden (hauptsächlich in neuen Gebäuden)
- Der Gebäudeeinführungspunkt sollte leicht zugänglich, aber nicht zu sehr Gefahren wie Vandalismus, materieller Beschädigung durch Passanten oder Warenanlieferungen ausgesetzt sein.
- Die physikalischen Bedingungen sollten günstig sein; übermäßige Feuchtigkeit, Staub oder Vibrationen sind zum Beispiel zu vermeiden.

## **5 Etagenverteiler**

Ein optionaler Verteiler kann in Mehrfamilienhäusern mit mehreren Wohnungen auf einer Etage eingesetzt werden, um zwischen dem horizontalen Kabel, das zur OTO führt, und vertikalen Kabel-Untersystemen Verbindungen herzustellen.

Die materielle Spezifizierung des Etagenverteilers wird in diesem Dokument nicht definiert.

## 6 Spezifikation an der optischen Telekommunikationssteckdose (OTO)

Die optische Telekommunikationssteckdose muss 4 Fasern mit einem Mindestbiegeradius von 15 mm verwalten können. Die Steckdose muss Raum bieten für:

- Faserüberlängen
- 4 Spleisse
- 4 LC/APC-Adapter oder 4 LF3/APC- Adapter
- 4 optische LC/APC-Steckverbinder oder 4 LF3/APC- Steckverbinder

Die optische Telekommunikationssteckdose kann auch als optische externe Netzwerkprüfungsschnittstelle betrachtet werden.

Identifikationsmittel sind bereitzustellen für:

- passive optische Anschlüsse
- Fasern

### 6.1 Fasermerkmale

Die Fasermerkmale an der optischen Telekommunikationssteckdose richten sich nach der Definition in der Norm IEC 60793-2-50 B6\_a [4], (G.657 A).

### 6.2 Steckdose

Die Steckdose muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Bereitstellung von Platz für 4 Spleisse und 4 Spleisschutzte
- Lagerung von Faserüberlängen
- Vermeidung von Biegeradien von weniger als 15 mm

### 6.3 Verbindungstyp

Die Faserverbindung in der optischen Telekommunikationssteckdose kann aus Folgendem bestehen:

- aufgelegtes vorkonfektioniertes Kabel
- gespleisste Anschlussfaser
- feldmontierbarer Steckverbinder

#### 6.3.1 Optische Steckverbinder

Die Bauart des optischen Steckverbinders ist LC/APC oder ein LF3/APC-Steckverbinder.

Die mechanische Kompatibilität („intermateability“) ist in der Norm IEC 61754-20 [10] oder IEC 61754-28 [31] definiert. Die Anforderungen an Grösse und Material der Ferrulen-Stirnfläche sind in den Normen IEC 61755-3-2 (Zirkonium) [11], IEC 61755-3-6 (Cu-Ni-Legierung) [12] und IEC 61755-3-8 (Titan) [13] definiert.

Die optischen Verbindungen an der optischen Telekommunikationssteckdose müssen bezüglich der Dämpfung zur Stufe C und bezüglich der Rückflussdämpfung zur Stufe 1 gemäss Definition in der Norm IEC 61755-1 [14] gehören.

Die mechanischen und klimatischen Anforderungen für die Kategorie C (kontrollierte Umgebung) mit einem Betriebstemperaturbereich von -10°C bis +60°C sind in der Norm IEC 61753-021-2 [15] definiert.

### 6.3.2 Spleisse

Die Anforderungen für Spleisse an der optischen Telekommunikationssteckdose sind in unten stehender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 8: Anforderungen für Spleisse an der optischen Telekommunikationssteckdose

Merkmale	Anforderungen
Max. Dämpfung	0,25 dB*
Rückflussdämpfung	> 60 dB
Betriebstemperaturbereich	-10°C bis 60°C

\* Der Höchstwert der Spleissdämpfung beträgt 0,25 dB, weil an der optischen Telekommunikationssteckdose beide Spleisstechnologien (Fusion und mechanisch) zum Einsatz kommen können. Vergleiche Spleissanforderungen am Gebäudeeinführungspunkt (0,15 dB, nur Fusionsspleisse).

Siehe auch [28], [29] und [30].

Bei der Verwendung von mechanischen Spleissen werden solche mit Schrägschliff empfohlen.

### 6.4 Standort der optischen Telekommunikationssteckdose

Der Standort der optischen Telekommunikationssteckdose wird aufgrund der Installationsmöglichkeiten und der Anforderungen des Gebäudeeigentümers festgelegt. Folgendes ist zu berücksichtigen, um den optimalen Standort zu bestimmen:

- In Geschäftsliegenschaften wird die optische Telekommunikationssteckdose im gleichen Raum wie die IT-Geräte installiert.
- In Wohnliegenschaften wird die optische Telekommunikationssteckdose in einer Multimedia-Verteilbox, sofern vorhanden, und sonst im Wohnzimmer installiert.
- In Einfamilienhäusern wird allenfalls kein BEP-Verbindungskasten verwendet. In diesem Fall gelten die Standortrichtlinien von Abschnitt 4.3.2 für die OTO.

Multimedia-Verteilboxen sind oft in neueren Gebäuden vorhanden und kommen nur unter folgenden Voraussetzungen für die Installation der optischen Telekommunikationssteckdose in Frage:

- Die Box ist der zentrale Punkt für die Verteilung der Wohnungsverkabelung zu den Räumen mit den Benutzergeräten.
- Die Box weist eine Stromsteckdose, genügend Platz und eine ausreichende Luftzirkulation für mindestens einen optischen Netzabschluss/ein Teilnehmernetzgerät auf.

### 6.5 Identifikationscode der OTO

Der Betreiber, der als erster das FTTH-Gebäudenetzwerk baut, weist der optischen Telekommunikationssteckdose einen Identifikationscode (OTO-ID) zu. Neue Betreiber, die später

diese Infrastruktur nutzen, sind verpflichtet, die vom ersten Betreiber zugewiesene OTO-ID zu verwenden. Die OTO-ID ist gemäss folgenden Konventionen zuzuweisen:

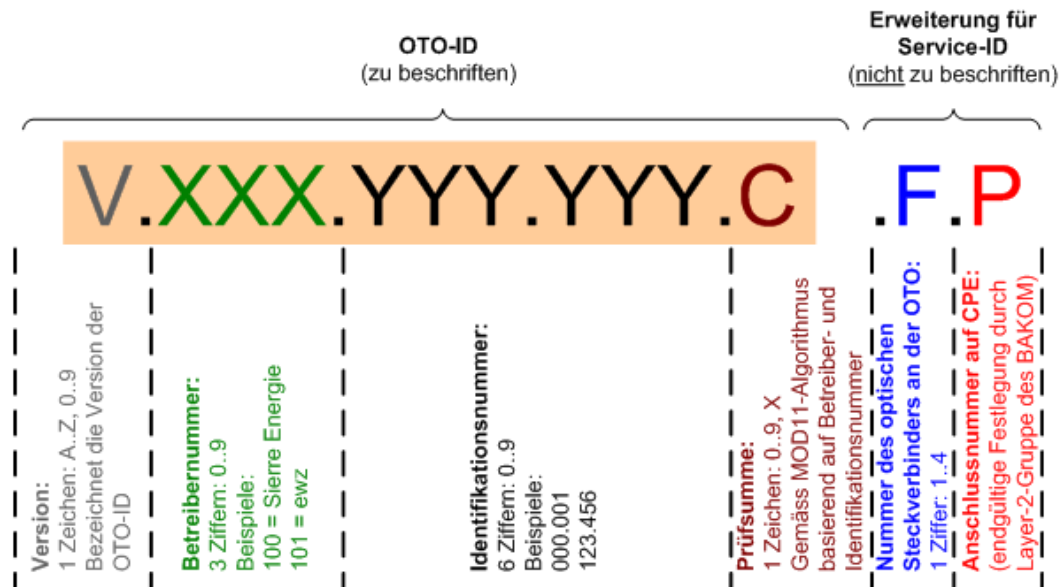


Abbildung 2: Identifikationscode der OTO

Die OTO-ID setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- Version**  
Bezeichnet die Version der Konvention für den Identifikationscode der OTO. Erforderlich für den Fall, dass die Konvention für den Identifikationscode der OTO geändert oder ergänzt werden muss.  
Das BAKOM bestimmt ein neues Versionszeichen, wenn die Branche ein solches benötigt. Das Zeichen für die erste Version ist **B**, damit sie eindeutig von bereits bestehenden OTO-IDs unterschieden werden kann.
- Betreibernummer**  
Diese drei Ziffern bezeichnen den Betreiber, der das FTTH-Gebäudenetzwerk ursprünglich gebaut und die OTO mit der OTO-ID (in seinem Betreiber-Bereich) gekennzeichnet hat.  
Das BAKOM weist den Betreibern eine Nummer zu und veröffentlicht die Liste.  
Die erste Betreibernummer ist **100**, um Probleme mit führenden Nullen zu vermeiden.
- Identifikationsnummer**  
Diese sechs Ziffern sind eine einmalige Kennzeichnung jeder optischen Telekommunikationssteckdose pro Betreiber. Der Betreiber kann einfach heraufzählen, Unterbereiche festlegen oder andere Nummernzuweisungen innerhalb seines Bereichs verwenden. Betreiber, die mehr als 999'999 optische Telekommunikationssteckdosen bauen, erhalten mehrere Betreibernummern.
- Prüfsumme**  
Die Prüfsumme basiert auf dem MOD11-Algorithmus und ermöglicht die Identifizierung einzelner Tippfehler (z.B. 123 anstatt 129) oder zweier vertauschter Ziffern (z.B. 123 anstatt 132). Das Ergebnis von MOD11 ist 0..9 sowie „X“ (römische Ziffer) für das Ergebnis 10. Die Prüfsumme wird wie folgt berechnet (basierend auf dem Beispiel der OTO-ID [B.101.286.475.8](#)):  
1. Betreiber- und Identifikationsnummer der OTO-ID nehmen.  
→ Beispiel: [101.286.475](#)

- 2. **Zunehmende Zahl** mit jeder **einzelnen Ziffer** multiplizieren und Summe berechnen.  
→ Beispiel:  $1*1 + 2*0 + 3*1 + 4*2 + 5*8 + 6*6 + 7*4 + 8*7 + 9*5 = 217$
- 3. MOD 11 ermitteln (Rest von Teilung durch ganze Zahl 11).  
→ Beispiel:  $217 \text{ MOD } 11 = 8$  (Beweis:  $217 / 11 = 19,73\dots$  ; gleich 19 Rest 8)
- **Nummer des optischen Steckverbinders an der OTO:**  
Diese Ziffer erweitert die OTO-ID um die Nummer des optischen Steckverbinders an der OTO, wo die Geräteschnur zur Verbindung mit dem Teilnehmernetzgerät anzuschliessen ist. Wegen der vier Fasern und höchstens vier Steckverbinder kann diese Zahl nur 1, 2, 3 oder 4 sein.
- **Anschlussnummer auf Teilnehmernetzgerät**  
Diese Ziffer(n) erweitern die OTO-ID um die Anschlussnummer auf dem Teilnehmernetzgerät, wo das Innenkabel zur Verbindung mit dem Benutzergerät anzuschliessen ist.  
Die Layer-2-Arbeitsgruppe des BAKOM wird die Anschlussnummer endgültig definieren.

## 6.6 Identifikationscode der Wohnung

Dieser Abschnitt beschreibt eine Konvention für die Nummerierung der einzelnen Wohnungen in einem Wohnblock. Die Wohnungsidentifikation basiert auf der Richtlinie zur Wohnungsnummerierung des Bundesamtes für Statistik [25]. Diese Richtlinie deckt Gebäude mit mehr als drei Wohnungen pro Etage ab.

Um falsche Auslegungen zu vermeiden und die Handhabung in IT-Tools zu vereinfachen, wurde dieses Konzept verbessert durch:

- die Einführung einer führenden Null bei einstelligen Zahlen
- die Trennung der Geschossnummer von der Wohnungsnummer durch einen Punkt

Beispiel:

05.03

05: Geschossnummer

03: Wohnungsnummer

### 6.6.1 Geschossdefinition

Erdgeschoss:

Haupteingang mit Hausnummer oder

Haupteingang, wo die Briefkasten und/oder das Klingeltableau angebracht sind.

Befindet sich der Haupteingang zwischen zwei Geschossen, gilt folgende Regel:

unteres Geschoss = Untergeschoss

oberes Geschoss = Erdgeschoss

sofern gleiche Anzahl oder mehr Treppenstufen abwärts als aufwärts.

### 6.6.2 Geschossnummerierung

Fortlaufende Zahlen mit führender Null bei einstelligen Zahlen, d.h. 00-89

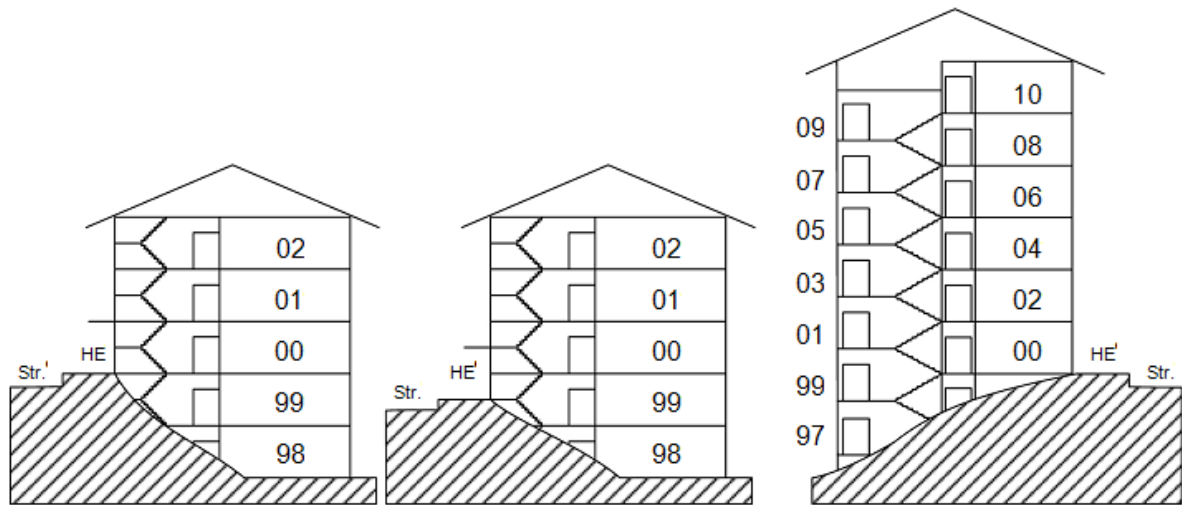
Erdgeschoss = 00

Untergeschoss: keine negativen Zahlen, sondern eher folgende absteigende Sequenz: 99-90.

Beispiel: erstes Untergeschoss = 99, zweites Untergeschoss = 98 usw.



Abbildung 3 zeigt das Schema für die Geschosnummerierung.



Legende

- Str.        Strasse
- HE        Hauseingang

Abbildung 3: Schema für die Geschosnummerierung

**6.6.3 Wohnungsnummerierung**

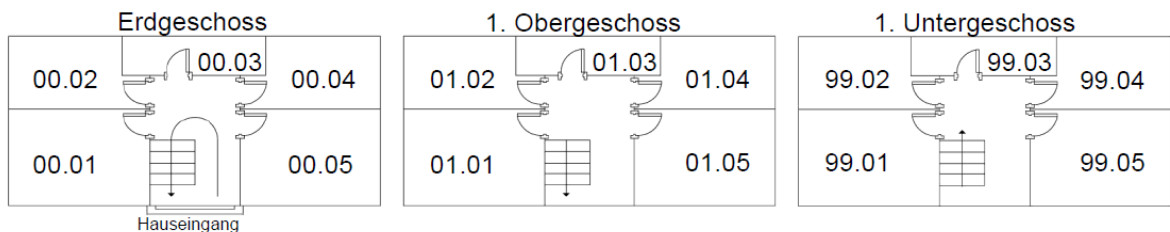
Zweistellige Zahl mit führender Null im einstelligen Bereich: 01 – 99

Die Wohnungen werden vom Haupteingang her gesehen, links beginnend, im Uhrzeigersinn nummeriert.

Im Gegensatz zum ursprünglichen Nummerierungssystem [25] sind Wohnungen im Erdgeschoss ebenfalls mit einer zweistelligen Zahl nummeriert, falls nötig mit führender Null.

Siehe unten stehende Beispiele.

Beispiel 1



## Beispiel 2



Abbildung 4: Beispiele für Wohnungsnummerierung

In besonderen Situationen ist eine individuelle Nummerierung gemäss einer bestimmten logischen Zahlenabfolge möglich.

### 6.6.4 Sonderfälle

Bei Wohnungen über mehrere Geschosse mit mehreren Eingängen ist die tiefste Wohnungstür für die Nummerierung massgebend.

Bei Wohnungen auf einem Geschoss mit mehreren Eingängen ist der Haupteingang der Wohnung für die Nummerierung massgebend.

### 6.6.5 Wohnungsdivision

Nicht betroffene Wohnungen behalten ihre alte Nummer bei.

Neuen oder geteilten Wohnungen werden neue Nummern zugeordnet. Diese werden fortlaufend und aufbauend auf den zuletzt verwendeten Nummern auf dem Stockwerk vergeben.

Abbildung 5 zeigt ein Beispiel.

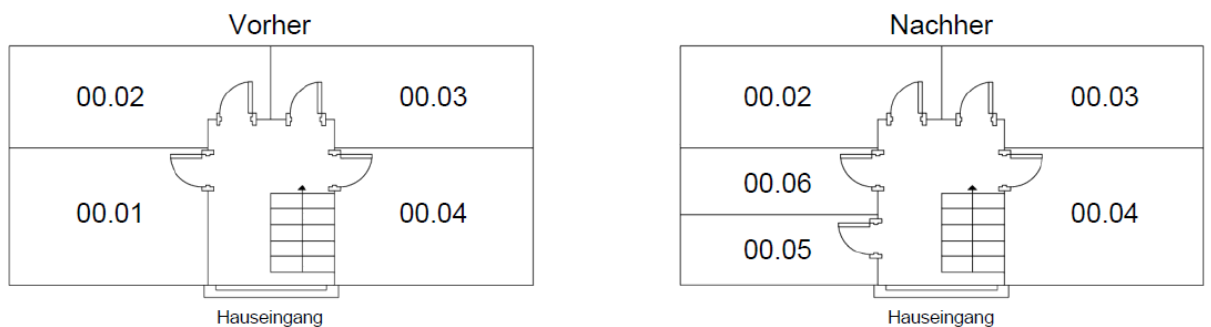


Abbildung 5: Beispiel für Wohnungsdivision

### 6.6.6 Wohnungszusammenlegung

Die höhere Wohnungsnummer fällt weg (siehe unten stehendes Beispiel).

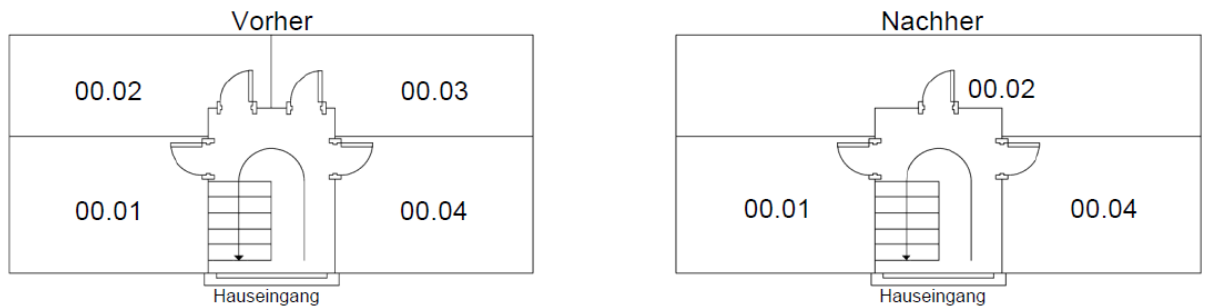


Abbildung 6: Beispiel für Wohnungszusammenlegung

### 6.6.7 Erweiterung des Gebäudes

Bei einer Erweiterung eines bestehenden Gebäudes werden neue Wohnungen gemäss den Regeln dieses Kapitels fortlaufend nummeriert.

### 6.6.8 Stand der Wohnungsidentifikation in der Schweiz

Die Versorgungsbetriebe der Städte und Gemeinde und die Elektrizitätswerke haben ihre eigenen standardisierten Systeme für die Wohnungsidentifikation, die sie seit mehreren Jahrzehnten erfolgreich anwenden. Lokale Behörden, Elektrizitäts-, Gas- und Fernheizwerke, Wasserversorgungsbetriebe sowie auch die meisten Liegenschaftseigentümer wenden in der Regel solche Normen an.

Dass diese Standards weit angewendet werden, von hoher Qualität sind und über eine lange Zeit erprobt wurden, gewährleistet die Effizienz der aktuellen Wohnungsidentifikation für die meisten Schweizer Gemeinden und Elektrizitätswerke. Um die Einführung von FTTH zu erleichtern, kann es für lokale/regionale Versorgungsbetriebe sinnvoll sein, ihre eigenen Standards zu verwenden.

Allerdings sollte ein Informationsaustausch zwischen den bestehenden lokalen Identifikationen gepflegt und der neue Schweizer Identifikationsstandard in Form einer Konvertierungstabelle bereitgestellt werden.

## 7 Qualität der Gebäudeverkabelung (BEP-OTO)

Die Gebäudeverkabelung (BEP-OTO) besteht aus folgenden Bestandteilen:

- Innenkabel
- Spleisse und Spleissschütze
- optische Steckverbinder oder mit Steckverbindern versehene Faserstücke

Die Referenzwerte für die Einfüge- und die Rückflussdämpfung sind in Tabelle 9 beschrieben.

Im Allgemeinen kann die Dämpfung von Innenkabeln für die korrekte Gebäudeverkabelung vernachlässigt werden (geringer Biegeverlust, keine Belastung der Fasern, Kabel, Spleissschütze usw.), da das Innenkabel kurz ist (ca. 50 m). Deshalb soll eine richtige Gebäudeinstallation (BEP-OTO) eine Dämpfung von höchstens 0,9 dB aufweisen (siehe Tabelle 9).

Die in diesem Dokument angegebenen Werte basieren auf aktuellen FTTH-Installationen. Etagenverteiler und die Verwendung von Steckverbindern am Gebäudeeinführungspunkt werden nicht berücksichtigt.

## 8 Prüfung der Gebäudeverkabelung (BEP-OTO)

Der Liegenschaftseigentümer oder der Netzbetreiber entscheidet über die Notwendigkeit des Prüfverfahrens und die geeignete Prüfmethode. Allerdings ist der Installateur verantwortlich dafür, die Gebäudeverkabelung (BEP-OTO) in der unter Kapitel 7 beschriebenen Qualität zu installieren.

Die Prüfung der optischen Verkabelung erfolgt nach den Vorgaben in der Norm IEC 61280-4-2 [16] bei 1550 nm.

Die Messungen können wie folgt ausgeführt werden:

1. Referenz-Prüfmethode: OTDR-Messung vom POP zur OTO in zwei Richtungen
2. Alternative Prüfmethode: OTDR-Messung von der OTO in eine Richtung

Korrekte Spleiss- und Einfügedämpfungswerte von optischen Steckverbindern können nur durch OTDR-Messungen in zwei Richtungen ermittelt werden. In der Praxis kann aber die optische Strecke mittels der alternativen Prüfmethode (2) eingeschätzt werden. Mit dieser Methode sollte der Installateur ausreichend zuverlässige Dämpfungswerte bestimmen können. Diese vereinfachte Prüfmethode geht von Annahmen aus, die der Installateur und der Netzbetreiber miteinander vereinbaren.

Der Installateur nennt dem Netzbetreiber zwei wichtige Angaben betreffend die Qualität der optischen Strecke, die Folgendes bestätigen:

1. Die Einfüge- und Rückflussdämpfungswerte (IL bzw. RL) der Spleisse, Steckverbinder und Fasern sind korrekt.
2. Die optische Strecke OTO-BEP bietet die erforderliche optische Leistung (kein Unterbruch im Kabel, akzeptable Biegeverluste usw.).

Die Vor- und Nachlauf Fasern für OTDR-Messungen müssen Fasern gemäss G.657A oder G.652D mit einer Mindestlänge von 300 m sein. Wird bei der Vorlauf faser und im Hauseinführungskabel der gleiche Fasertyp verwendet, verringert sich die Unsicherheit von OTDR-Messungen in eine Richtung.

Wenn bereits Licht in der Glasfaser vorhanden ist, kann der Test bei 1310 nm unter Verwendung eines 1550 nm-Filters oder bei 1625 nm unter Verwendung eines OTDR mit dediziertem 'In-Service' Modul durchgeführt werden.

### 8.1 Referenz-Prüfmethode: bidirektionale OTDR-Messung vom POP zur OTO

Diese Messung erfordert den gleichzeitigen Zugriff zum POP und zur OTO für jede Faserverbindung und ergibt eine **korrekte Einschätzung** folgender Ereignisse:

- Spleisse, optische Steckverbinder, Fasern und Biegungen
- Rückflussdämpfung von Spleissen und optischen Steckverbindern sowie lokale Faserbeschädigungen

Die Referenzwerte der erwähnten Dämpfungen sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Bidirektionale Messung: Anforderungen an Einfüge- und Rückflussdämpfung

Parameter	BEP	OTO (siehe Bemerkungen unten)		Total
Messung: OTDR bidirektional	Spleiss [dB/Ereignis]	Spleiss	Optischer Steckverbinder	
IL (Höchstwert für jeden Spleiss und Steckverbinder)	0,15 dB	0,25 dB	0,5 dB	0,9 dB
IL (Höchstwert OTO (Spleiss plus Steckverbinder))	entfällt	0,75 dB		
RL (Mindestwert)	60 dB	60 dB	60 dB (zusammengesteckt)	

**Bemerkungen:**

1) Da der Abstand zwischen Spleiss und optischem Steckverbinder an der optischen Telekommunikationssteckdose kurz ist (meistens 0,5 m), werden diese auf den meisten OTDRs (je nach Auflösung) als ein Ereignis mit einem Einfüge- und einem Rückflussdämpfungswert angezeigt.

2) Um die Einfüge- und Rückflussdämpfung von Spleiss und Steckverbinder an der OTO (ein Ereignis auf dem OTDR-Display) korrekt zu ermitteln, ist wie folgt vorzugehen:

- a) Bidirektionale OTDR-Messungen durchführen. Auf dem OTDR-Display wird dies als ein Ereignis an der OTO betrachtet (Spleiss UND Steckverbinder).
- b) Der korrekte Wert der Einfügedämpfung des Ereignisses (Spleiss und Steckverbinder an OTO) wird bestimmt, indem der Durchschnitt der für jede Richtung gemessenen Einfügedämpfungswerte ermittelt wird. Dieser Durchschnittswert muss in folgendem Bereich liegen:
  - ⇒ Maximum IL: 0,75 dB (0,5 dB Steckverbinder + 0,25 dB Spleiss)
  - ⇒ Minimum RL: 60 dB

**8.2 OTDR-Messung von der OTO in eine Richtung**

Meistens ist es nicht möglich, Zugang zum POP zu haben, um bidirektionale OTDR-Messungen durchzuführen. In diesen Fällen können alternative, vereinfachte Prüfmethode – OTDR-Messungen in eine Richtung – angewendet werden. Diese liefern dem Installateur ausreichende Angaben zur Qualität der Strecke zwischen OTO und BEP.

Der Installateur und der Liegenschaftseigentümer oder Netzbetreiber vereinbaren einen Bestimmungswert für die Dämpfung zwischen OTO und BEP einer richtigen Gebäudeinstallation. Als Standardwert ist ein Wert  $\leq 1,4$  dB (OTDR-Cursor sind vor der OTO und nach dem BEP zu positionieren) in Betracht zu ziehen.

Es ist wichtig festzuhalten, dass mit OTDR-Messungen in eine Richtung nicht die realen Werte ermittelt werden; siehe Kapitel 7 und 8.1. Die vereinfachte Prüfmethode entbindet den Installateur nicht von der Pflicht, die in Kapitel 7 aufgeführte Leistung für den Netzbetreiber bereitzustellen.

Zu erwähnen ist, dass viele Fusionsspleissgeräte gute Angaben der Durchschnittswerte der Spleisse liefern. Eine Unsicherheit von etwa +/-0,04 dB/Spleiss ist zu berücksichtigen.

Wird bei der Vorlauffaser und im Hauseinführungskabel der gleiche Fasertyp verwendet, verringert sich die Unsicherheit von OTDR-Messungen in eine Richtung.

Die nachfolgenden Diagramme sind Beispiele für OTDR-Messungen, die sowohl akzeptable als auch inakzeptable Leistung zeigen. In jedem Fall erfolgt die Messung zwischen den Cursors 'A' und 'B'.

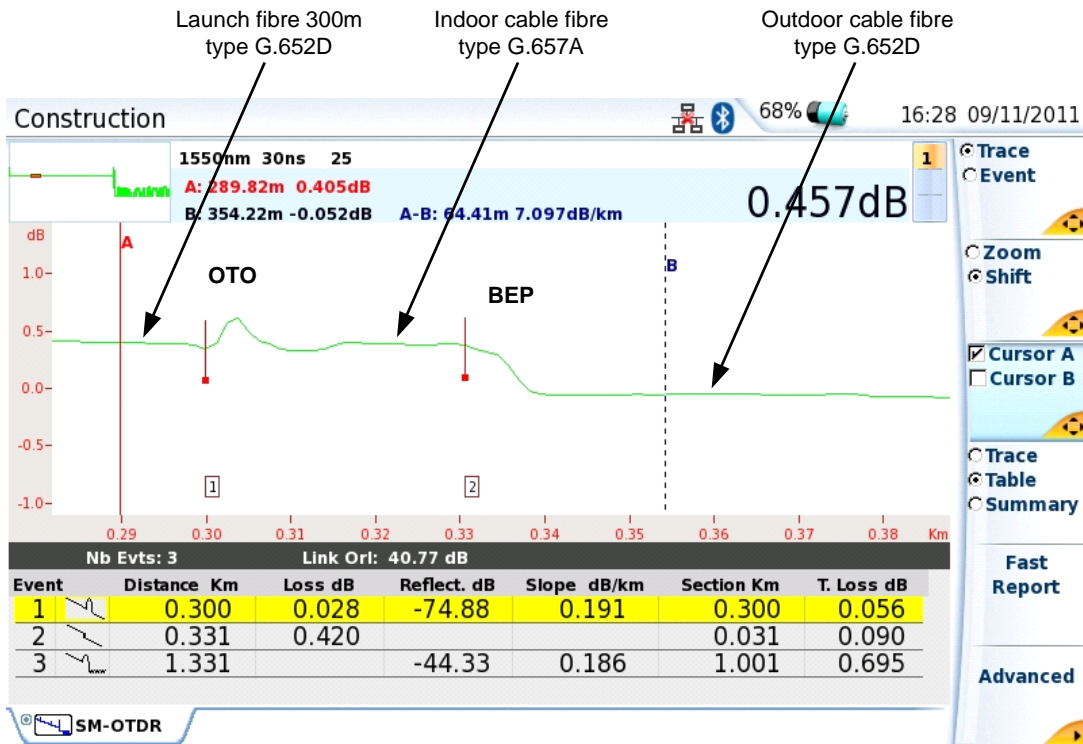


Abbildung 7: OTDR-Messkurve, die eine Verbindung mit akzeptablem Verlust zeigt

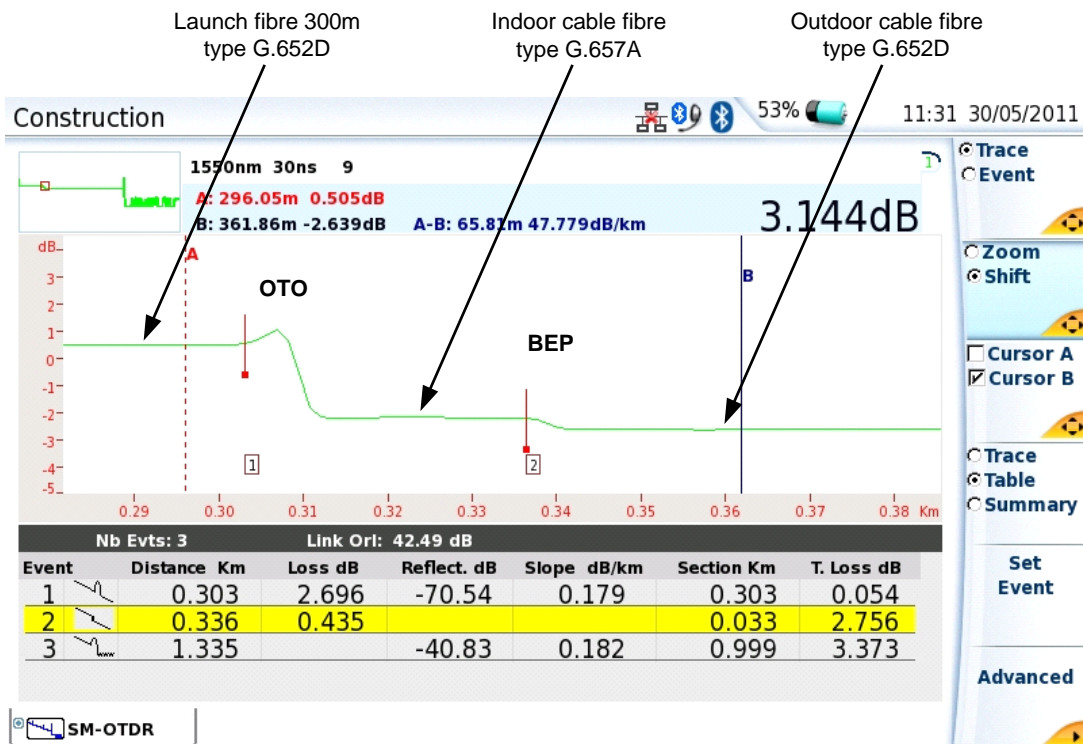


Abbildung 8: OTDR-Messkurve, die eine Verbindung mit inakzeptablem Verlust zeigt

## **9 Sicherheitsanforderungen**

### **9.1 Allgemeine Anforderungen**

Nur zertifizierte Techniker dürfen die Arbeiten ausführen. Die Lasersicherheitsanforderungen richten sich nach den Normenreihen IEC 60825 [19] und SUVA [20].

Die Anforderungen betreffend die elektrische Sicherheit richten sich nach der NIV 734.27 [21].

Jeder Netzbetreiber ist verantwortlich für die richtige Auslegung und Umsetzung der in den Referenz-Dokumenten beschriebenen Sicherheitsanforderungen.

### **9.2 Lasersicherheit**

Gemäss der Normenreihe IEC 60825 ist die Art der Gebäudekomplexe „Standort mit uneingeschränktem Zugang; uneingeschränkter Standort“.

Solange FTTH unter Einhaltung des Gefährdungsgrades 1 (Normenreihe IEC 60825 [19]) im Gebäudekomplex sowie der Laserklasse 1 oder 1M (Normenreihe IEC 60825 [19]) der Laserquellen implementiert wird, sind keine besonderen Anforderungen betreffend die Kennzeichnung oder den Lasersicherheit im Gebäudekomplex nötig (vom Einführungspunkt des optischen Kabels in das Gebäude bis zum opto-elektrischen Wandler, einschliesslich Gebäudeeinführungspunkt und optische Telekommunikationssteckdose).

Bei anderen FTTH-Implementierungen ist der Lasersicherheit besonders zu beachten, wenn die Gefährdungsstufe höher als 1 ist und spezielle Schutzmassnahmen zwischen Verteilknotenpunkt und optischem Netzabschluss gemäss den spezifizierten Normen zu ergreifen sind. Nach den oben genannten Normen sind die Gefährdungsstufen 3B und 3R in den Gebäudekomplexen nicht zulässig.



# 10 Anhang 1 Wohnungsverkabelung

## 10.1 Allgemeine Empfehlungen

Die Wohnungsverkabelung sollte entsprechend der Norm EN 50173-4 [17] strukturiert sein und den Betrieb von Ethernet/LAN, CATV/HF-Rundfunk und Telefonie an jedem Multimedia-Anschlusspunkt ermöglichen.

Die Verkabelung vom zentralen Verteilpunkt (Multimedia-Verteiler) zu den Multimedia-Anschlusspunkten ist sternförmig zu realisieren und besteht in den Basisvarianten entweder aus hochwertigen verdrehten Aderpaaren oder einer Kombination von verdrehten Aderpaaren und 75 Ohm Koaxialkabeln.

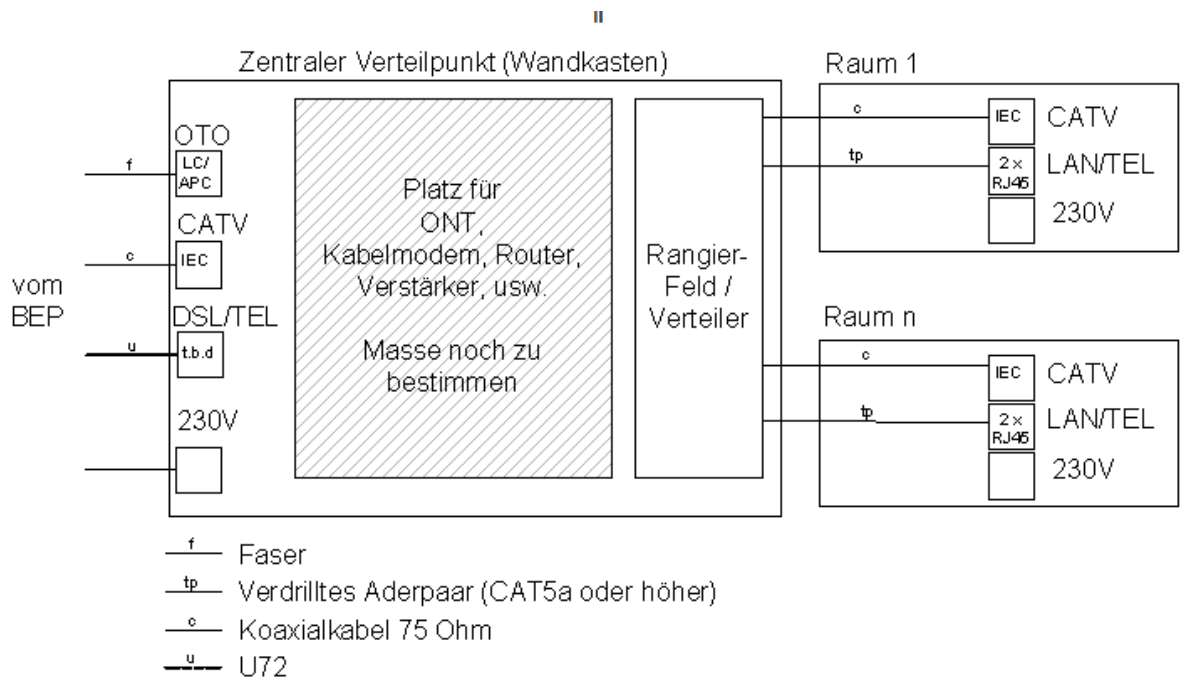
Grundsätzlich sollte mindestens ein Multimedia-Anschlusspunkt pro Raum bereitgestellt werden. Werden zur Bauphase nicht alle Räume kommunikationstauglich ausgerüstet, sollten zumindest die Installationsrohre und die (Einbau-) Montagekasten für die Steckdosen verlegt werden, damit eine spätere Nachrüstung einfach möglich wird.

Der Teil der strukturierten Verkabelung für den Hochfrequenz-Rundfunk sollte bidirektional sein und die elektrischen Anforderungen der Norm EN 50083-x, z. B. [18], erfüllen.

Die Wohnungsverkabelung in Gebäudekomplexen (OTO – ONT/CPE – Benutzergerät) ist im Multimedia-Installationshandbuch [26] beschrieben, das vom CES (Comité électrotechnique suisse) herausgegeben wird.

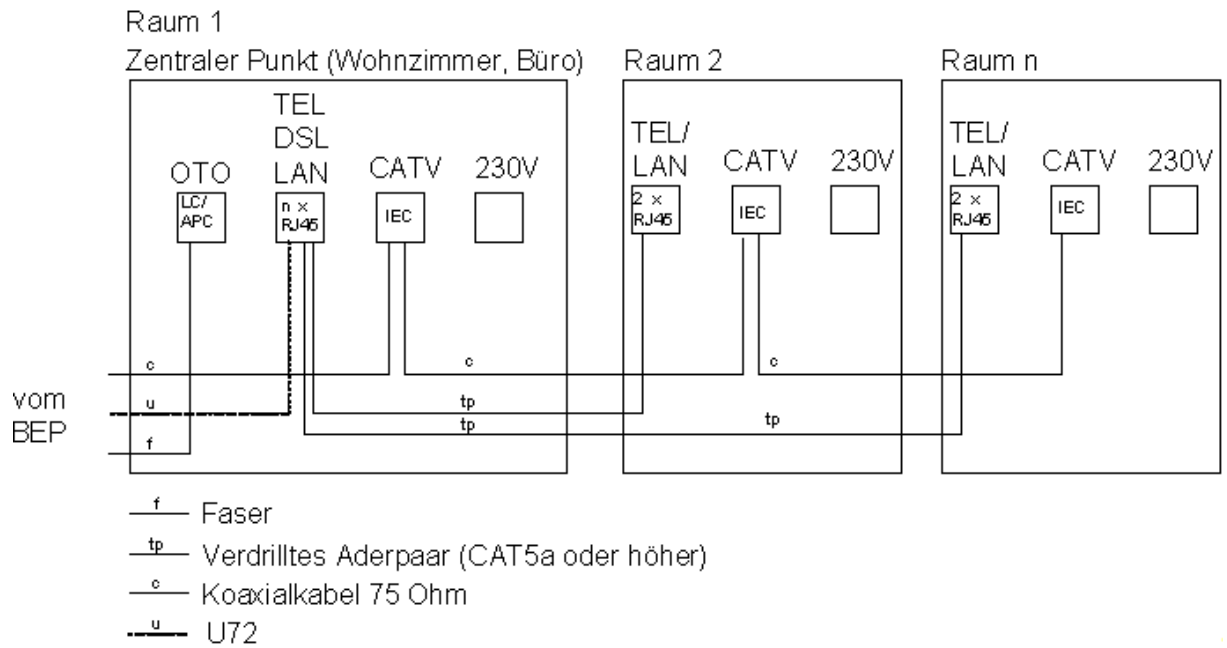
## 10.2 Beispiel mit zentralem Wohnungsverteilerkasten oder Wandkasten

Diese allgemeine Struktur sollte in Einfamilienhäusern oder Wohnungen mit mehr als 3 Räumen angewendet werden.



### 10.3 Beispiel ohne zentralen Wohnungsverteilerkasten oder Wandkasten

Diese einfache Struktur kann in kleineren Wohnungen mit bis zu 2 oder 3 Räumen angewendet werden.



## 11 Anhang 2 FTTH-Installation in neuen Gebäuden

Neue Gebäude sollten mit einer FTTH-Installation, die heutige und künftige Bedürfnisse deckt, ausgestattet werden.

Die nachfolgende Tabelle fasst die wichtigsten Aspekte zusammen, die in Bezug auf den Glasfaserteil der Gebäudeinstallation berücksichtigt werden sollten, und verweist auf die im Allgemeinen erforderlichen Einzelheiten. Die Referenzen sind die vorliegende technische Richtlinie des BAKOM sowie das CES-Handbuch [26].

Jede Situation ist separat zu beurteilen.

Prozess	Referenz für Einzelheiten	Bemerkungen
Physische Einführung ins Gebäude und zum BEP	- BAKOM Kap. 4.1, 4.3.2 - CES Kap. 7	Eine allgemeine Anleitung ist in der BAKOM-Richtlinie enthalten. Einzelheiten sind im CES-Handbuch zu finden.
Art des Gebäudes - Einfamilienhaus - Mehrfamilienhaus - Geschäftshaus	- BAKOM Kap. 4.1 - CES Kap. 9	Ausführliche Planungskriterien für jede Gebäudeart sind im CES-Handbuch beschrieben.
Dimensionierung des Innen-Leitungssystems	- CES Kap.9	Wo möglich sollte zum Smart Metering oder für weitere künftige Zwecke eine Leitung zum elektrischen Verteilkasten installiert werden.
Übertragungsmedium (Glasfaser, Kupfer, Koaxial, usw.)	- BAKOM Kap. 10 - CES Kap. 7, 9	Das CES-Handbuch erläutert die Installation für alle Übertragungsmedien, während sich die BAKOM-Richtlinie auf die Glasfaser konzentriert.
Heimverkabelung	- BAKOM Kap. 10 - CES Kap. 9	Es ist ratsam, genügend Platz für künftige Anwendungen vorzusehen.
BEP-Standort in neuen Gebäuden	- BAKOM Kap. 4.3.2 - CES Kap. 7.2	Es wird die Platzierung in einem technischen Raum empfohlen, Kupfer und Glasfaser am selben Ort
OTO-Standort	- BAKOM Kap. 6.4 - CES Kap.9	Es wird die Verwendung eines Multimedia-Verteilers empfohlen.
Installationsprinzip	- CES	Gemäss Vereinbarung mit dem Provider
Dauer der FTTH-Verlegung im Gebäude	-	Gemäss Vereinbarung mit dem Provider