

Entwurf PuB FTTx Eigenwirtschaftlich

Westnetz GmbH · Butz / Schiffbauer · Juni 2024

Planungs- und Betriebsgrundsätze FTTH Netze

- Ziel/Zweck
- 2. Geltungsbereich
- 3. Netzebenen
- 4. Betriebsmittel
- 5. Netztopologie
- 6. Bauwerke/Technikstandorte
- 7. Netzkonzept
- 8. Betriebsnotwendige Anbindungen
- 9. Beschriftung
- 10. Anlagen

westnetz

1. Ziel/Zweck

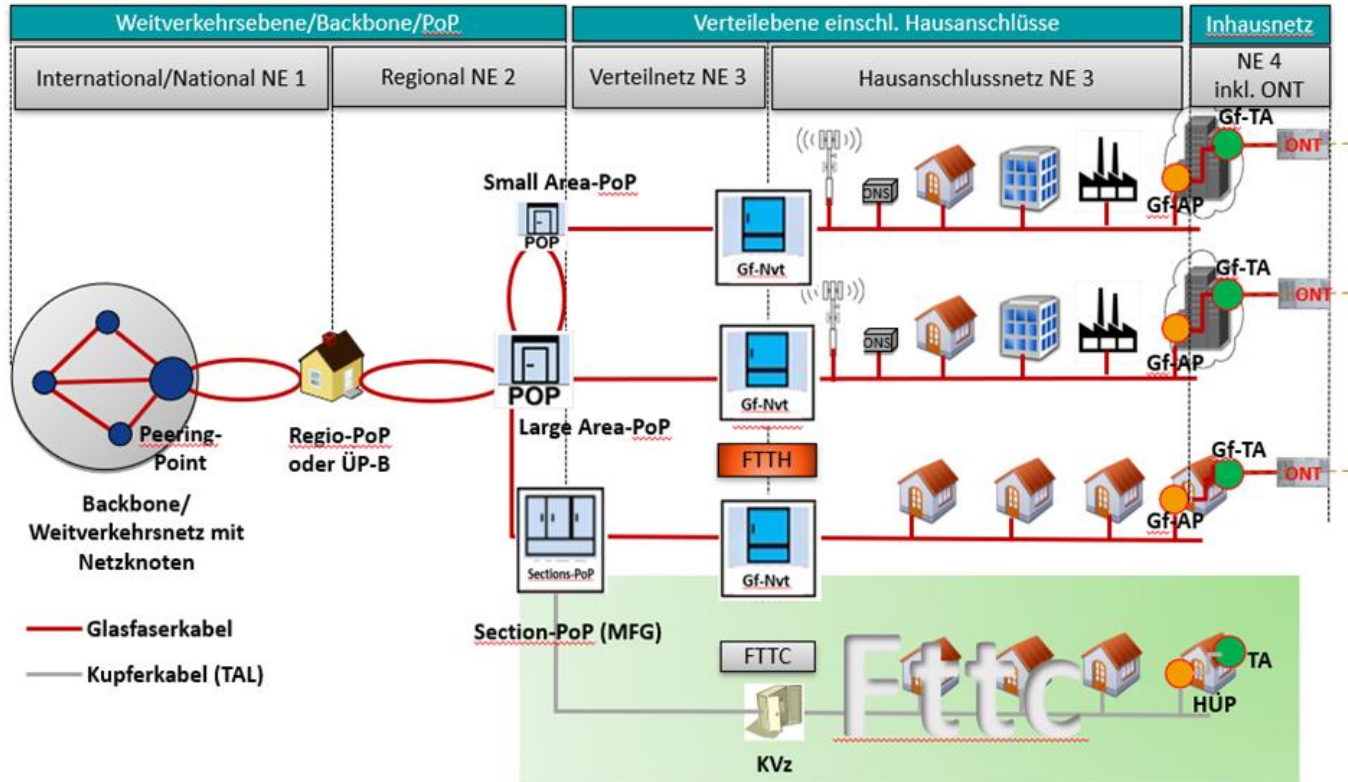
Vorliegender Standard dient als Leitfaden für Planung und Betrieb eines Glasfasernetzes im Rahmen eines eigenwirtschaftlichen Ausbaus. Es werden im Folgenden die Netzebenen 1 bis 3 beschrieben.

Hinweis: Für die Realisierung von Projekten mit Bundes-/Landesförderung bestehen abweichende Vorgaben bzgl. der Point-to-Point-Fähigkeit und der Dimensionierung der passiven Infrastruktur (Einheitliches Materialkonzept des Bundes). Hierzu gelten separate Planungs- und Betriebsgrundsätze FTTx-Netze im Rahmen von geförderten Ausschreibungsprojekten.

Die Planungsgrundsätze beziehen sich auf grundlegende Prinzipien und Richtlinien, die bei der Planung von Projekten berücksichtigt werden sollten. Diese Grundsätze dienen als Leitlinien, um eine effiziente, effektive und nachhaltige Planung zu gewährleisten. Diese Grundsätze sind allgemeine Leitlinien, die bei der Planung von Projekten zur Schaffung einheitlicher Standardbauformen angewendet werden müssen.

3. NETZEBENE

3. Netzebenen



3.1 Übersicht und Begriffe

Weitverkehrsebene/Backbone/PoP

Peering Point:	Internetknoten (z. B. Telehaus Frankfurt), an dem zwei gleichrangige Weitverkehrsnetze zum Datenaustausch zwischen den Internetzugangsanbietern zusammengeschaltet sind.
NE1 International/National:	Glasfaserverbindung Peering-Point mit Regio-PoP
NE2 Regional:	Passives und aktives Netz, Verbindung Regio-PoP mit hinterlagerten PoPs
Backbone:	Verbindung des Peering-Points und der Regio, Large und Small Area-PoPs mit Glasfaserinfrastruktur in der NE1 und NE2.
A-10-NSP:	Durch das NGA-Forum der Bundesnetzagentur definierte Übergabeschnittstelle für Bitstromprodukte zwischen Betreibern eines Telekommunikationsnetztes und Diensteanbietern.

3.1 Übersicht und Begriffe

Verteilnetzebene /Hausanschlussebene

NE3 Verteilnetz: Passives und aktives Netz, Verbindung der PoPs mit den Gf-Nvt

NE3 Hausanschlussnetz: Hausanschlusslängsnetz zur Versorgung aller Buildings Passed oder Buildings Connected

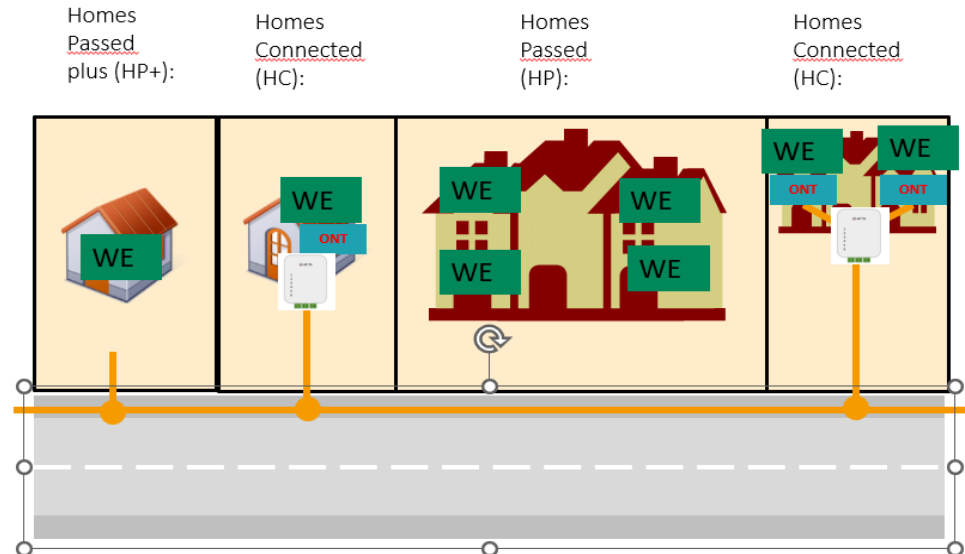
3.1 Übersicht und Begriffe

Hausanschluss (HA)

Homes Passed (HP): Summe der erreichbaren Wohn- und Geschäftseinheiten an einer Adresse

Homes Passed plus (HP+): Summe der über einen Vorabanschluss erreichbaren
Wohn- und Geschäftseinheiten an einer Adresse

Homes Connected (HC): Summe der angeschlossenen Wohn- und Geschäftseinheiten an einer Adresse



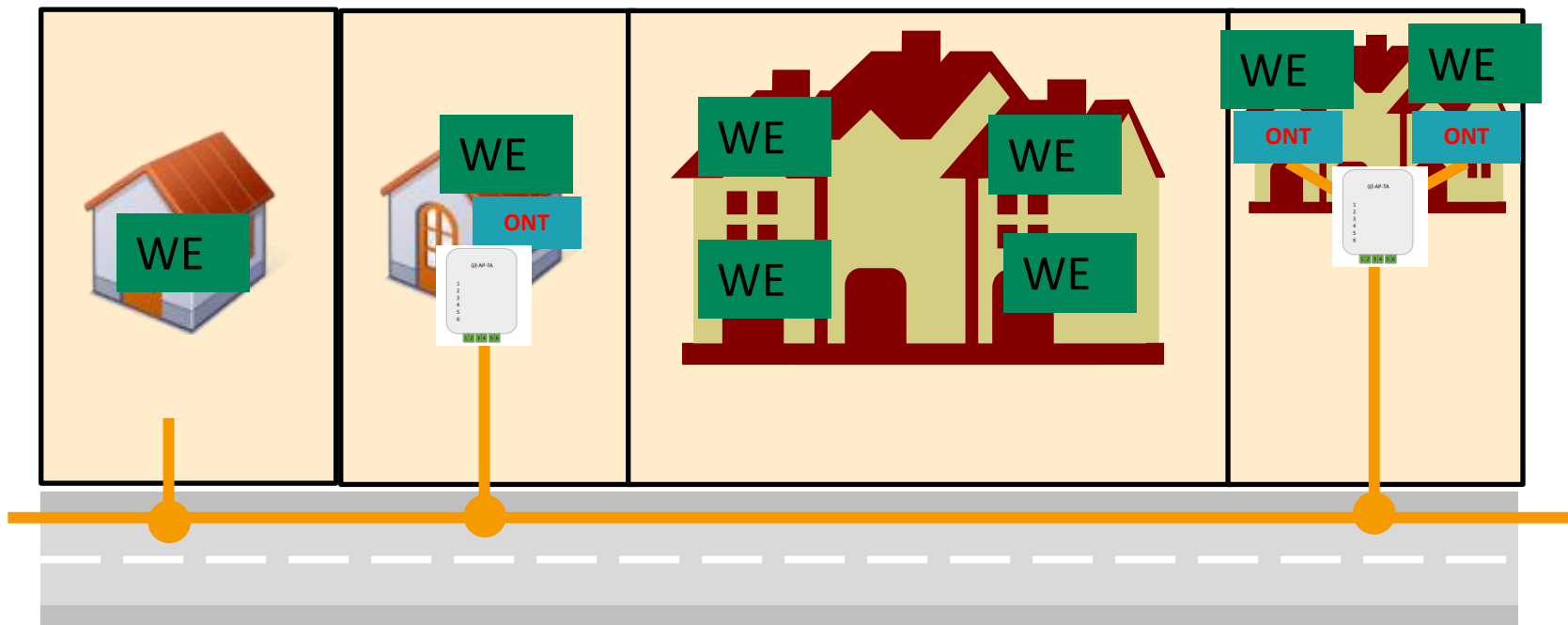
3.1 Übersicht und Begriffe

Homes
Passed
plus (HP+):

Homes
Connected
(HC):

Homes
Passed
(HP):

Homes
Connected
(HC):



3.1 Übersicht und Begriffe

Hausanschluss (HA)

Buildings Passed (BP):

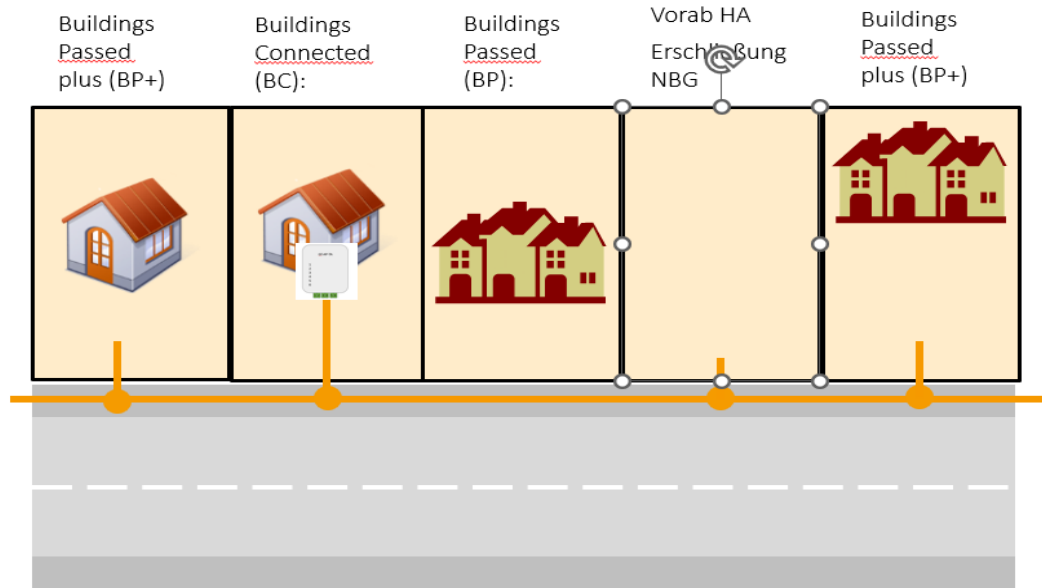
Erreichbare Gebäude/Adressen

Buildings Passed plus (BP+):

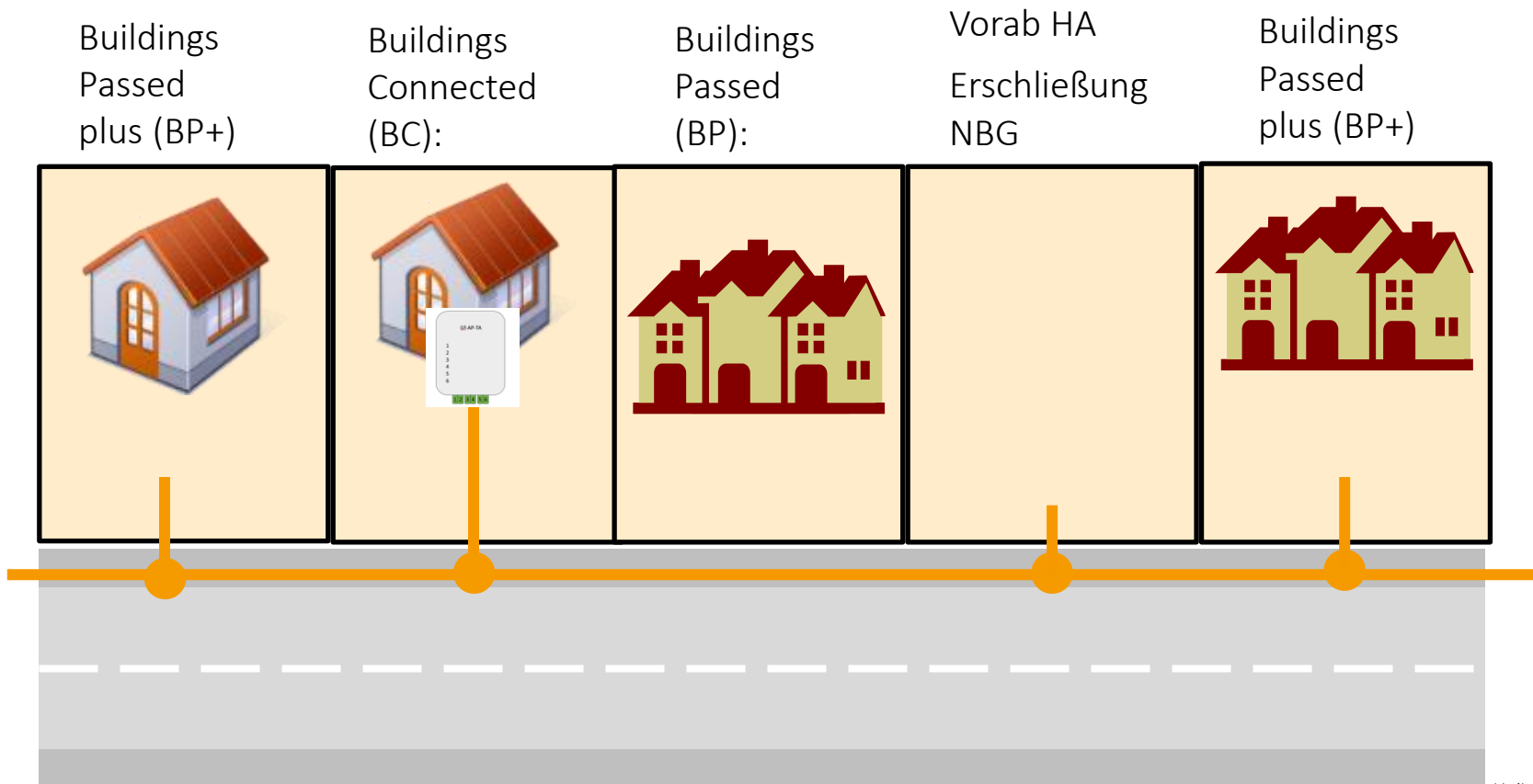
Erreichbare Gebäude/Adressen mit Vorab-Anschluss

Buildings Connected (BC):

Angeschlossene Gebäude/Adressen



3.1 Übersicht und Begriffe



PoPs

Large Area-PoP:	Übergeordneter PoP, der über ein Ringnetz (redundant) an den Backbone angeschlossen ist; netzseitiger Konzentrationspunkt einer FTTx-Infrastruktur; konzentriert die Verkehre von den Small Area-PoP und Section-PoP und den Gf-NVt eines FTTH-Netzes. Von den Large Area-PoP werden die Verkehre zu den Regio-PoP geleitet.
Small Area-PoP:	Untergeordneter PoP, der über ein Ringnetz (redundant) an den Backbone (Large Area PoP) angeschlossen ist; netzseitiger Konzentrationspunkt einer FTTx-Infrastruktur; konzentriert die Verkehre von den Section-PoP und den Gf-NVt eines FTTH-Netzes.
Regio-PoP:	Der Regio-PoP ist ein Area-PoP, der zusätzlich zu seiner Aggregations-Funktion, auch als Übergabepunkt in andere Netze fungiert. Dies kann sowohl eine Übergabeschnittstelle für eigene Dienste sein (Bspw. A-10-NSP für E.ON Highspeed) als auch eine zentrale/regionale Übergabe für unabhängige Reseller auf dem Netz. Weitere Faktoren, wie die verbaute Technologie oder die strategische Bedeutung des Standortes, bleiben bei dieser betrachten unberücksichtigt.
Section-PoP:	Unterlagerter PoP, der über ein Sternnetz an den Large Area-PoP oder Small Area-PoP angeschlossen ist; konzentriert den Datenverkehr von den Gf-NVt eines FTTH-Netzes und leitet diese zu den übergeordneten PoP weiter.

3.1 Übersicht und Begriffe

Weitere Komponenten

Gf-Nvt:	Glasfaser-Netzverteiler
Gf-AP:	Glasfaser-Abschlusspunkt (Hausübergabepunkt)
Gf-AP-TA:	Glasfaser-Abschlusspunkt Teilnehmeranschluss (Hausübergabepunkt)
Gf-TA:	Glasfaser-Teilnehmeranschluss (in der Wohnung des Kunden in NE4)
OLT	Optical Line Termination – zentrale Aktivkomponente im PoP
ONT	Optical Network Termination – Converter in der Kundenanlage, der Lichtimpulse in elektrische Signale umwandelt (Glasfaser-Modem)
ODN	Optical Distribution Network – Gesamtheit aller passiven Betriebsmittel
Router/CPE	Home Gateway in der Kundenanlage (Bspw. Fritzbox) / Customer-Premises Equipment

Unter dem Netz NE1 International/National wird ein übergeordnetes Glasfasernetz mit hohen Datenübertragungsraten verstanden, mit dem die Hauptknotenpunkte, d.h. Telehäuser (Peering-Point) mit dem Regio-PoP verbunden werden. Diese Verbindung muss knoten- und trassendisjunkt aufgebaut werden. Die Redundanz kann auch über einen zweiten Regional-PoP erfolgen. Der Faserweg muss über die Backbonetrasse realisiert werden. Eine Anbindung kann auch über Mietfasern eines anderen Carriers erfolgen. Bei der Planung der Backbone-Infrastruktur gilt grundsätzlich eine klare Abgrenzung zwischen der überlagerten und unterlagerten Backbone-Ebene. Dies geschieht in der Regel durch ein separates Kabel, kann aber auch bei dedizierter Abgrenzung durch das Fasermanagement im Kabel erfolgen. Die Faserhierarchie ist hierbei einzuhalten.

Unter dem Netz NE2 Regional wird ein übergeordnetes Glasfasernetz mit hohen Datenübertragungsraten verstanden, mit dem die Regio-PoP mit dem der Large Area-PoP, Small Area-PoP oder Sektions-PoP verbunden werden. Die Verbindung zwischen Large Area-PoP und Small Area-PoP muss knoten- und trassendisjunkt aufgebaut werden. Die Verbindung zwischen Large Area-PoP oder Small Area-PoP und Sections-PoP kann im Stich erfolgen. Die Redundanz kann auch über einen zweiten Regional-PoP erfolgen. Der Faserweg muss über die Backbonetrasse realisiert werden. Eine Anbindung kann auch über Mietfasern eines anderen Carriers erfolgen. Bei der Planung der Backbone-Infrastruktur gilt grundsätzlich eine klare Abgrenzung zwischen der überlagerten und unterlagerten Backbone-Ebene. Dies geschieht in der Regel durch ein separates Kabel, kann aber auch bei dedizierter Abgrenzung durch das Fasermanagement im Kabel erfolgen. Die Faserhierarchie ist hierbei einzuhalten.

3.4 NE3 Verteilnetz

Unter dem Netz NE3 Verteilnetz wird ein unterlagertes Glasfasernetz verstanden, mit dem Regio-PoP, Large Area-PoP, Small Area-PoP oder Sections-PoP mit dem passiven Gf-Nvt verbunden werden. Die Rohranlagen und Glasfaserverbindungen werden im Stich aufgebaut.

3.5 NE3 Hausanschlussnetz

3.5.1 Hausanschlusslängsnetz

Das Hausanschlusslängsnetz ist eine Rohranlage, das vom Gf-Nvt aus in der Längstrasse verlegt wird zur Versorgung aller möglichen Adressen an der Trasse. Über das Hausanschlusslängsnetz können auch Verbindungen zwischen Gf-Nvt aufgebaut werden (siehe Kapitel 7.2).

3.5.2 Hausanschluss

Der Hausanschluss umfasst eine Rohranlage von Hausanschlusslängsnetz bis zum Übergabepunkt im Gebäude und die Glasfaserverbindung zwischen Gf-Nvt bis Gf-AP(-TA). Ausgehend vom Gf-Nvt werden die einzelnen Häuser über Glasfaserhausanschlusskabel angeschlossen.

Es werden somit Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen Gf-AP(-TA) im Haus bis zum Gf-Nvt aufgebaut.

3.6 NE4 Gebäudeverkabelung

Unter der NE4 Gebäudeverkabelung ist die Glasfaserverkabelung zwischen Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP) im Hausanschlussraum und Glasfaser-Teilnehmeranschluss (Gf-TA) beim Endkunden oder im Geschäftsraum des Kunden zu verstehen.

4. BETRIEBSMITTEL

4.1 Points of Presence (PoP)

Im Bereich der Telekommunikationstechnik steht "PoP" für „Point of Presence". Ein PoP ist ein wichtiger Knotenpunkt in einem Telekommunikationsnetzwerk, der als Routing-Hub den Datenverkehr zwischen verschiedenen Standorten und Netzwerken leitet. Von einem POP aus können Telekommunikationsanbieter ihren Kunden eine Vielzahl von Diensten wie Internet, VoIP (Voice over Internet Protocol), Cloud-Services und andere Kommunikationsdienste bereitstellen.

4.1.1 Regio-PoP

Der Regio-PoP ist typischerweise in einem Gebäude untergebracht bzw. besteht aus einem zu errichtenden Kleingebäude (zum Beispiel Betonfertigteilegebäude mit den Außenmaßen ca. L 6000 x B 3000 x H 3000 über Erdoberkante). Der PoP ist mit folgenden Baugruppen ausgerüstete:

- Aktivtechnik (DWDM-Technik, Switche, OLT – Optical Line Termination)
- ODF – Optical Distribution Frame (Glasfaserverteiler)
- Stromversorgung/Verteilung 400/230 V AC und Stromanschluss
- Stromversorgungsteil 48 V DC mit Batterie (USV)
- Warnmeldeeinrichtung und Türüberwachung
- Klimatisierung
- Doppelboden
- Kabelmanagementsystem
- Rohr- und Kabeleinführungen
- USV mind. 4 Stunden

Außerhalb des Westnetz Niederspannungs-Konzessionsgebietes erfolgt die Stromversorgung über eine separate Zähleranschluss säule

4.1.2 Large Area-PoP

Der Large Area-PoP ist typischerweise in einem Gebäude untergebracht bzw. besteht aus einem zu errichtenden Kleingebäude (zum Beispiel Betonfertigteilegebäude mit den Außenmaßen ca. L 6000 x B 3000 x H 3000 über Erdoberkante). Der PoP ist mit folgenden Baugruppen ausgerüstet:

- Aktivtechnik (DWDM-Technik, Switche, OLT – Optical Line Termination)
- ODF – Optical Distribution Frame (Glasfaserverteiler)
- Stromversorgung/Verteilung 400/230 V AC und Stromanschluss
- Stromversorgungsteil 48 V DC mit Batterie (USV)
- Warnmeldeeinrichtung und Türüberwachung
- Klimatisierung
- Doppelboden
- Kabelmanagementsystem
- Rohr- und Kabeleinführungen
- Versorgung bis 12.000 Privatkunden und bis 2.000 Geschäftskunden (1.500 PtMP, 500 PtP)
- Abschluss 2200 Fasern
- USV mind. 4 Stunden

Außerhalb des Niederspannungs-Konzessionsgebietes der Westnetz erfolgt die Stromversorgung über eine separate Zähleranschlussssäule.

4.1.3 Small Area-PoP

Der Small Area-PoP ist ein untergeordneter PoP, der über ein Ringnetz (redundant) an den Backbone angeschlossen werden soll. Von dem Small Area-PoP werden die Verkehre zu den Large Area-PoP geleitet. Der Small Area-PoP ist typischerweise in einem Gebäude untergebracht bzw. besteht aus einem zu errichtenden Kleingebäude (zum Beispiel Betonfertigteilegebäude mit den Außenmaßen ca. L 3000 x B 2500 x H 3000 über Erdoberkante).

Der PoP ist mit folgenden Baugruppen ausgerüstete:

- Aktivtechnik (DWDM-Technik, Switche, OLT – Optical Line Termination)
- ODF – Optical Distribution Frame (Glasfaserverteiler)
- Stromversorgung/Verteilung 400/230 V AC und Stromanschluss
- Stromversorgungsteil 48 V DC mit Batterie (USV)
- Warnmeldeeinrichtung und Türüberwachung
- Klimatisierung
- Doppelboden
- Kabelmanagementsystem
- Rohr- und Kabeleinführungen
- Versorgung bis 6.000 Privatkunden
- bis 1.000 Geschäftskunden (750 PtMP, 250 PtP)
- Abschluss 1.100 Fasern
- USV mind. 4 Stunden

Außerhalb des Westnetz Niederspannungs-Konzessionsgebietes erfolgt die Stromversorgung über eine separate Zähleranschluss säule

4.1.4 Section-PoP

Der Section-PoP besteht in der Regel aus einem Multifunktionsgehäuse (MFG), welches aus folgenden Baugruppen besteht:

- Gehäuse und Sockel aus Kunststoff oder Metall mit den typischen Schrankbaugrößen (oberhalb Sockel)
- MFG 18 B 2000 x H 1600 x T 500
- MFG 12 B 1200 x H 1450 x T 500
- Rohr- und Kabeleinführungen
- Aktivtechnik (OLT – Optical Line Termination)
- ODF – Optical Distribution Frame (Glasfaserverteiler)
- Stromversorgungsteil 230 V AC
- Klimatisierung (aktive Be- und Entlüftung)
- Türüberwachung
- Versorgung bis 1.000 Privatkunden
- keine Geschäftskunden
- Abschluss 72 Fasern

Für die Stromversorgung ist eine separate Zähleranschlusssäule zu errichten.

4.2 Schacht

Schächte dienen der Zugänglichkeit von Rohranlagen und LWL-Kabeln, dem Einbringen von LWL-Kabeln, der Aufnahme von LWL-Muffen und dem Vorhalten von Kabelreserven. Als Standard sollte der Schacht Typ 1 (Innenmaß BxL 400 x 1600 mm H=890 mm, Außenmaß 590 x 1730 mm) für die Längsverlegung und Typ 2 (Innenmaß BxL 400 x 1165 mm H=890 mm, Außenmaß 590 x 1300 mm) für die POP-Anbindung oder Knotenpunkte verwendet werden. Die Schächte sind mit Gussdeckel, in der Belastungsklasse D400 mit der LIC-LOCK Verriegelung ausgerüstet. Der Schachtwerkstoff ist Polycarbonat, mit Höhenausgleich und Kundenlogo "e.on +49 800 3664636" mit Schlagzahlenfeld im Schachtdeckel. Der Schacht besteht aus einzelnen unterschiedlichen Baurahmen, die eine Überbauung vorhandener Rohranlagen und Höhen ermöglichen

4.3 Rohranlage

Es gibt drei Rohrtypen, die zum Einsatz kommen. Kabelschutzrohre, Telekommunikationsrohre und Mikrorohre/Mikrorohrverbände.

Diese sind in den folgenden Standards beschrieben

- T32.16-510.DE Technische Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbandsysteme
- T32-16-540.DE Technische Spezifikation für TK-Schutzrohre
- T12-10.020-DE Kabelschutzrohre aus PE-HD
- T12-10.010-DE Kabelschutzrohre aus PVC-U

4.4 LWL-Kabel

Es gibt drei Glasfaserkabeltypen die zum Einsatz kommen. Außenkabel, Minikabel und Mikrokabel
Dieses sind in den folgenden Standards beschrieben

- T32.16-502.DE Technische Spezifikation für - Lichtwellenleiteraußenkabel
- T32-16-503.DE Technische Spezifikation für Lichtwellenleiter- Mikro- und Minikabel
- T32-16-501.DE Technische Spezifikation für Lichtwellenleiter-Fasern

4.5 Glasfasernetzverteiler Gf-Nvt

Es gibt drei Typen von Gf-Nvt die zum Einsatz kommen. GF-Netzverteiler 24x10/6(7/4)+4x10-20mm, GF-Netzverteiler 48x10/6(7/4)+4x10-20mm und GF-Netzverteiler 96x10/6(7/4)+4x10-20mm. Die Dimensionierung erfolgt anhand der Anzahl der benötigten Rohre und zu versorgenden Wohn-/Geschäftseinheiten. Die Glasfasernetzverteiler sind Outdoorgehäuse, verfügen über eine Tür mit Schwenkhebel, vorbereitet für zwei Profilhalbzylinder, Kassettensystem, inkl. Überlängenablage für Bündeladern, inkl. Sockel mit Sollbruchtechnik, Schutzklasse IP54.

4.6 Gebäudeabschlusspunkt Gf-AP(-TA)

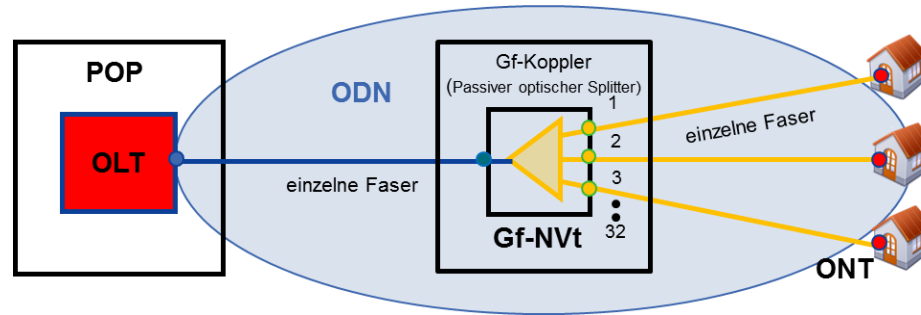
Zum Einsatz kommen Glasfaserabschlusspunkte mit innen- und außenliegenden Kupplungen zur Übergabe der NE3. Die Anzahl der Kupplungen ist dabei entsprechend der Anzahl der Wohn- und Geschäftseinheiten zu wählen. Die Kupplungen müssen sowohl für den passiven Netzabschluss im Keller, als auch bei einer geplanten NE4-Verkabelung zugänglich sein. Die außenliegenden Kupplungen sind mit einer Abschottung verschlossen.

5. NETZTOPOLOGIE

5. Netztopologie

5.1 Punkt-zu-Mehrpunkt

Im FttH-Netz soll bei Privat- und kleineren Gewerbekunden die Punkt-zu-Mehrpunkt-Netzvariante (PtMP) genutzt werden. Dies bedeutet, dass einem aktiven Port am OLT (Optical Line Termination) mehrere aktive Ports auf der Kundenseite gegenüberstehen. Das Koppellement ist rein optisch und benötigt keine Spannungsversorgung – ist somit „passiv“.



5.1 Punkt-zu-Mehrpunkt (GPON)

Die bei uns eingesetzte Technologie, um PtMP-Netze zu betreiben, ist aktuell GPON (Gigabit Passiv Optical Network)

Standardsystemeigenschaften von GPON sind:

- 2,5 Gbit/s im Downstream und 1,25 Gbit/s im Upstream in Summe für alle Teilnehmer an einem passiven Koppelement
- Dämpfungsbudget: bis 28 dB (inkl. der passiven Koppelemente)
- Einfasersystem mit 2 Wellenlängen: 1310 nm (Upstream) und 1490 nm (Downstream)
- Messwellenlänge 1625 nm
- RF-Overlay (TV) 1550 nm (bei uns nicht im Einsatz)
- Max. Splitting: 2:32 bei Privatkunden; 2:16 bei Gewerbekunden

Eine GPON-Verbindung besteht aus einem OLT und 1-32 ONTs.

Der OLT ist die zentrale Komponente im PoP. Das ODN (Optical Distribution Network) ist das rein passive Fasernetz, das den OLT mit den ONT verbindet. Die Einzelfasern von OLT und ONT werden mit optischen Splittern zu einem PtMP-Netz verbunden. Das maximal zulässige Splittingverhältnis beträgt 1:32 bei Privatkunden und 1:16 bei Gewerbekunden. Die ONT (Optical Network Termination bei FttH) sind die kundenseitigen Abschlüsse des GPON. An ihnen wird jeder Kunde (FttH) direkt angeschlossen.

5.1 Punkt-zu-Mehrpunkt (XGS-PON)

Um dem steigenden Datenbedarf in unserem Netz gerecht zu werden, ohne physisch das Splittingverhältnis zu reduzieren, setzen wir auf die Folgetechnologie XGS-PON (nicht 10G-PON/XG-PON). Diese ermöglicht es uns die Bandbreite pro OLT-Port bzw. Pro 32 Teilnehmer auf 10 Gbit/s symmetrisch anzuheben.

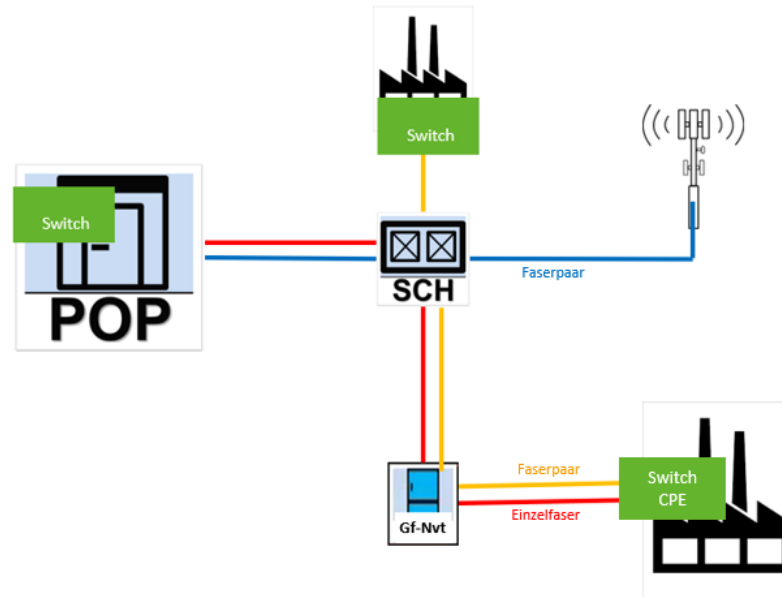
Standardsystemeigenschaften von XGS-PON sind:

- 10 Gbit/s im Downstream und 10 Gbit/s im Upstream in Summe für alle Teilnehmer an einem passiven Koppelement
- Dämpfungsbudget: bis 28 dB (inkl. der passiven Koppelemente)
- Einfasersystem mit 2 Wellenlängen: 1270 nm (Upstream) und 1577 nm (Downstream)
- Messwellenlänge 1625 nm
- RF-Overlay (TV) 1550 nm (bei uns nicht im Einsatz)
- Max. Splitting: 2:32 bei Privatkunden; 2:16 bei Gewerbekunden

Da die Wellenlängen sich von denen des klassischen GPON unterscheiden ist ein Dualbetrieb von XGS-PON und GPON über dieselben Faserverbindungen und Koppelemente möglich. Auch die Ports der meisten Hersteller werden als sogenannte „Combo-PON Interfaces“ angeboten, sodass ein Technologiewechsel möglichst ohne große physische Aufwände und ohne Kundeninteraktion erfolgen kann.

5.2 Punkt-zu-Punkt

Einzelne Geschäftskundenprodukte mit höheren Anforderungen (z.B. hohem symmetrischen Datenverkehr) können über einzelne Fasern oder Faserpaare als Punkt-zu-Punkt-Verbindung (PtP) Verbindung parallel zum PtMP im gleichen Verteilkabel zur Verfügung gestellt.



5.2 Punkt-zu-Punkt

Die aktiven Knoten auf Seiten des PoP und auf Kundenseite heißen hier Switch, das Protokoll heißt „Ethernet“ und es werden fast ausschließlich zwei dedizierte Fasern zwischen PoP und Teilnehmer genutzt. Im PtP-Betrieb können unterschiedlichste optische Module zum Einsatz kommen, die verschiedene Bandbreiten und Distanzen ermöglichen. In der Regel werden die nachfolgend angeführten Module eingesetzt:

10GBASE-LR	10Gbit/s	1310 nm	~10km
10GBASE-ER	10Gbit/s	1550 nm	~40km
10GBASE-ZR	10Gbit/s	1550 nm	~80km
100GBASE-LR4	100Gbit/s	1310 nm	~10km
100GBASE-ER4		100Gbit/s	1310 nm ~40km
100GBASE-ZR4	100Gbit/s	1310 nm	~80km

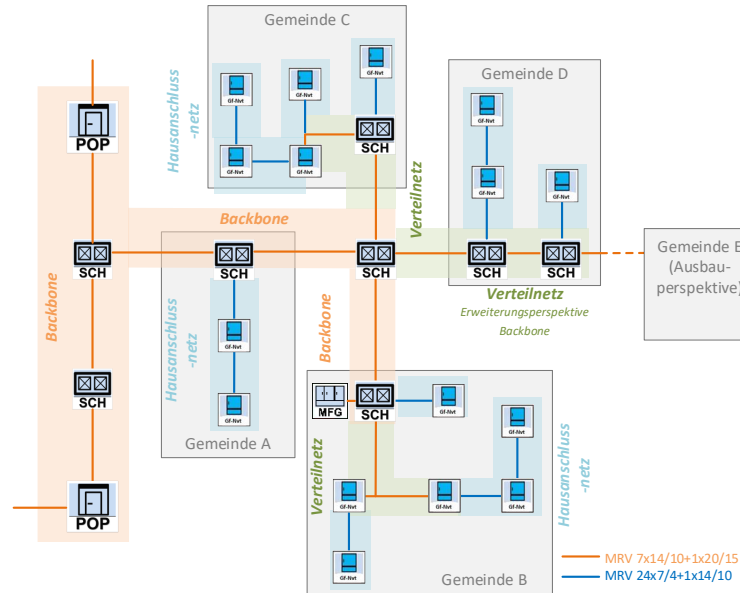
Sonderkunden können rein passive PtP-Verbindungen zur Verfügung gestellt werden, welche kundenseitig mit eigener Aktivtechnik beleuchtet werden. Diese Dark Fiber Verbindungen werden i.d.R. als Faserpaar bereitgestellt.

Typische Anwendungsfälle hierfür sind Funkmastanbindungen, Verbindungen zwischen Industriestandorten oder Kopplungen zu anderen Netzbetreibern.

5.3 Übersicht Rohranlage

Glasfaserrohranlagen bestehen aus Rohrsystemen, Schächten und weiteren Verteileinrichtungen. Die Rohranlagen dienen dem Schutz vor äußeren Einflüssen und der effizienten Verlegung von Glasfaserkabeln. Auf den unterschiedlichen Netzebenen kommen verschiedene Mikrorohrverbände zum Einsatz, die sich in Dimensionierung und Anzahl der einzelnen Mikrorohre unterscheiden. Zugang zu den Glasfaserrohranlagen wird über Schächte und sonstige Bauwerke wie Glasfasernetzverteiler sichergestellt.

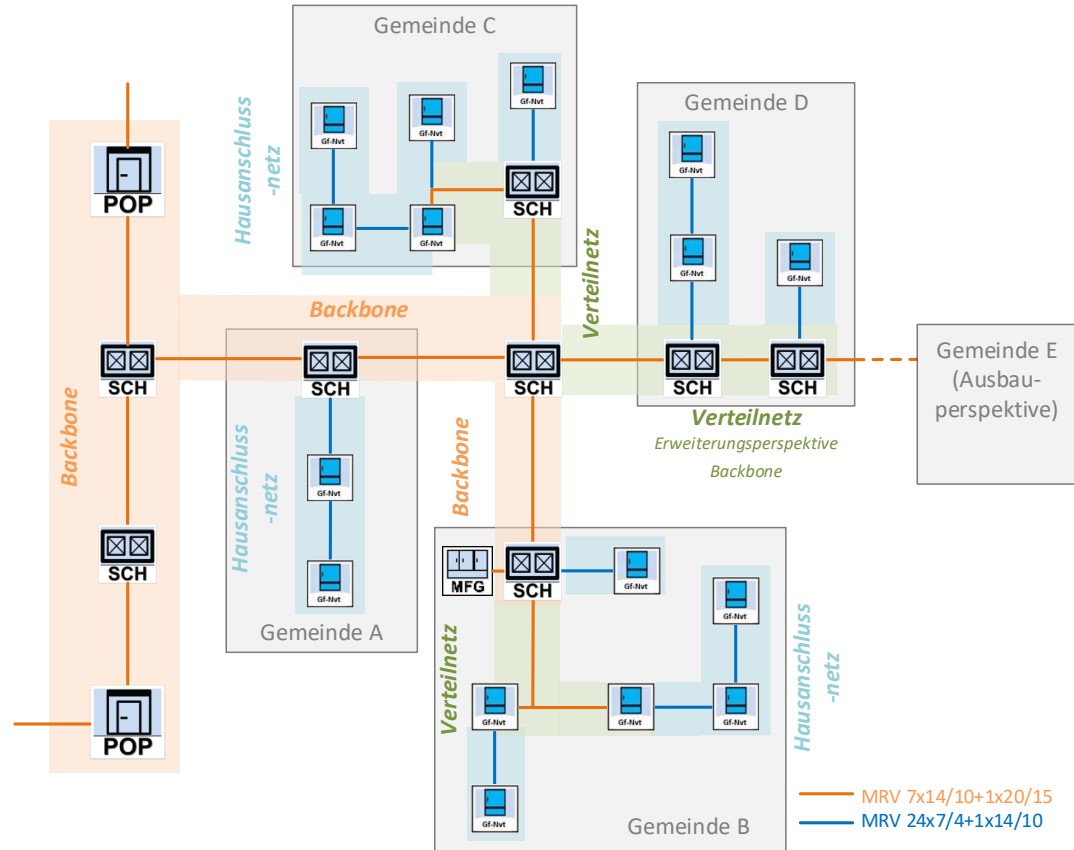
Beispiel ländliches Ausbaugebiet



5. Netztopologie

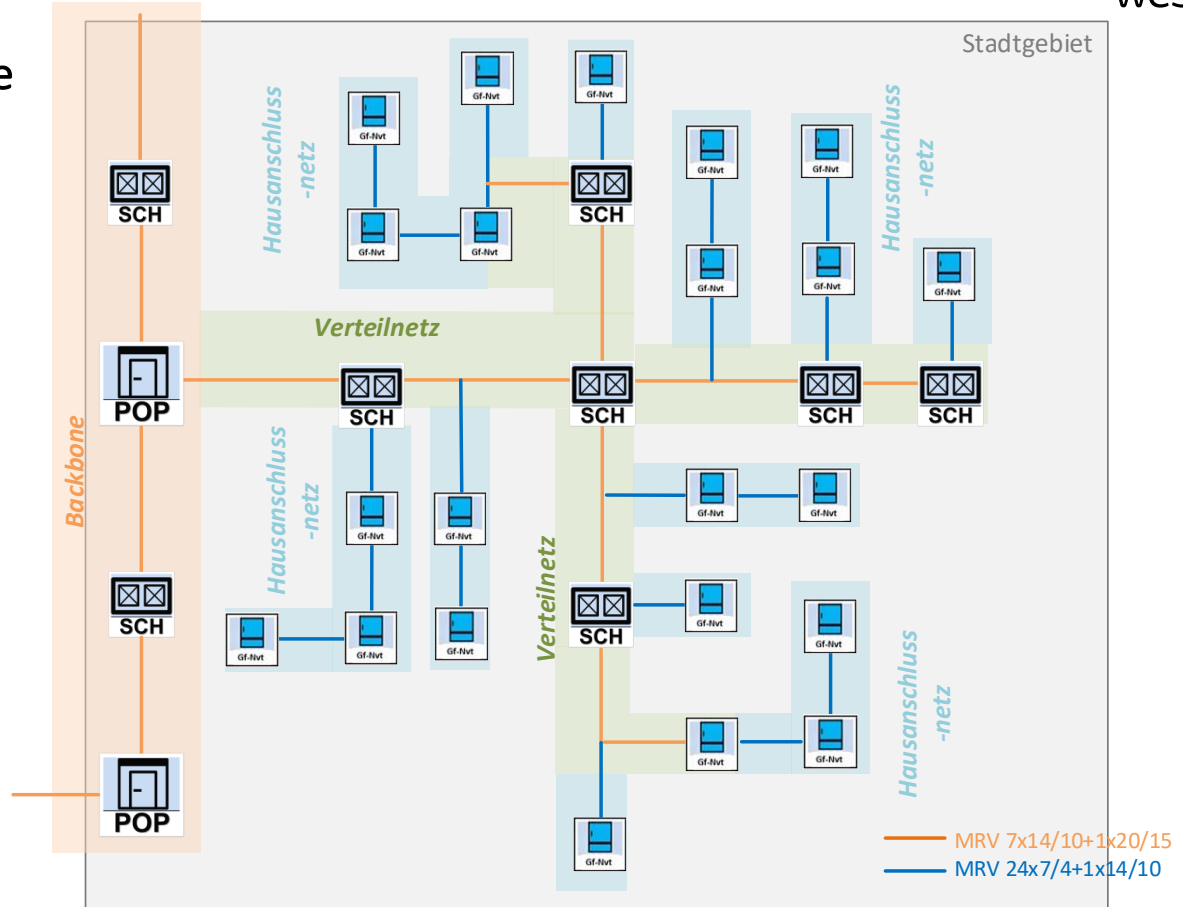
Beispiel ländliches Ausbaubereich

5.3 Übersicht Rohranlage



5. Netztopologie

5.3 Übersicht Rohranlage



5.3.1 Rohranlage Weitverkehrsebene

Weitverkehrs- ebene/Backbone	Anwendungsfall	Rohrdimensionierung
Backbone zwischen Regio-PoP und Large Area-PoP / Small Area-PoP und Section-PoP (Ringstruktur und Sternstruktur)	Neubau	Mikrorohrverband MRV 7 x 14/10 + 1 x 20/15
	Bestand und Lückenschluss	Einzelrohr PE HD 50 x 4,6 bestückt mit MR 14/11,4 oder 12/9,8
		Einzelrohr PE HD 50 x 4,6

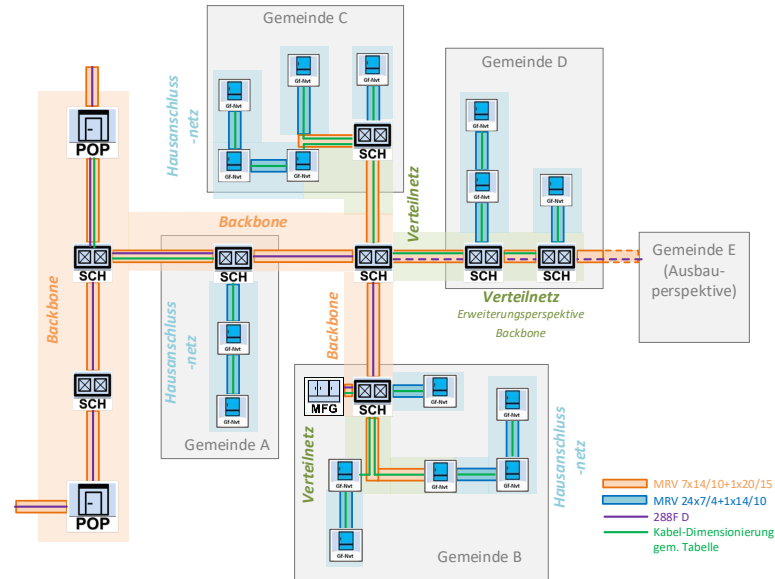
5.3.1 Rohranlage Weitverkehrsebene

Verteilebene einschl. Hausanschlüsse	Anwendungsfall	Rohrdimensionierung
Verteilnetz NE3 zwischen PoP und Gf-Nvt oder zwischen Gf-Nvt und Gf-Nvt	Neubau	Mikrorohrverband MRV 7x14/10+1x20/15 MRV 24x7/4+1x14/10
	Bestandserweiterung	Einzelrohr PE HD 50 x 4,6 bestückt mit MR 14/11,4 oder 12/9,8 Mikrorohrverband MRV 7x14/10+1x20/15
Hausanschlusslängsnetz zwischen Gf-Nvt und Abzweig Hausanschluss	Neubau	Mikrorohrverband MRV 24x7/4+1x14/10, MRV 12x7/4
	Bestandserweiterung	MRV 24x7/4+1x14/10, MRV 12x7/4 MRV 19x10/6 MRV 12x10/6
Hausanschlüsse	Neubau	Mikrorohr 7/4
	Bestandserweiterung	Mikrorohr 10/6

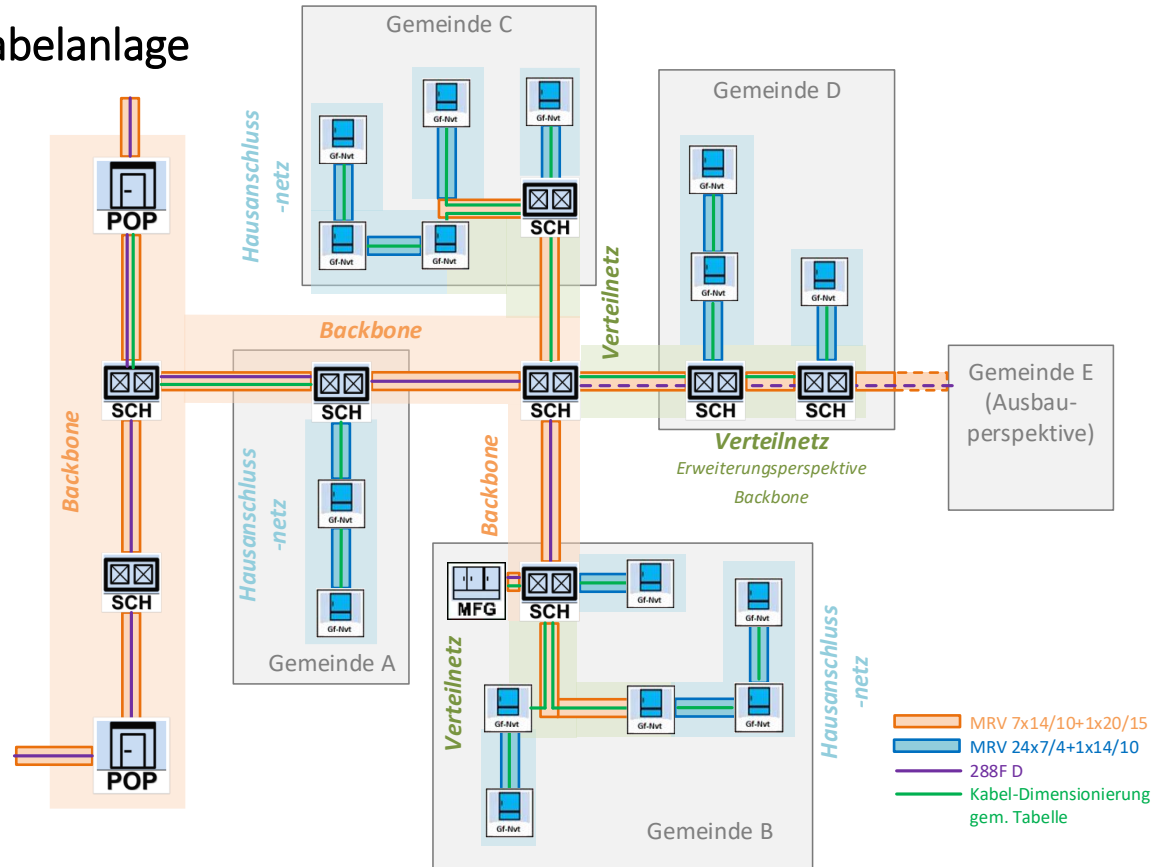
5.4 Übersicht Glasfaserkabelanlage

Glasfasernetze sind Kommunikationsnetzwerke, die auf Glasfaserkabeln basieren, um Daten mit Lichtgeschwindigkeit zu übertragen. Diese Kabel bieten im Vergleich zu herkömmlichen Kupferkabeln eine erheblich höhere Bandbreite und ermöglichen so die schnelle Übertragung großer Datenmengen über große Entfernungen.

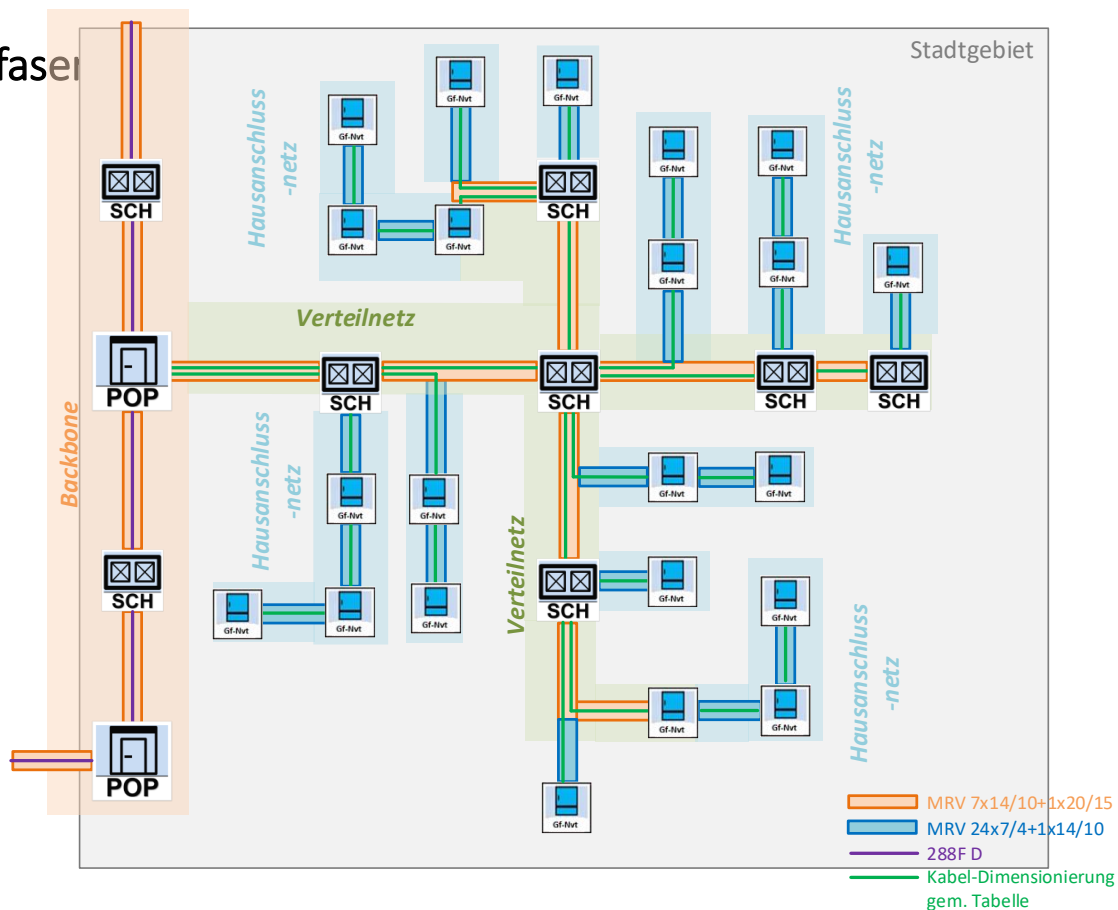
Auf den unterschiedlichen Netzebenen kommen Glasfaserkabeln mit verschiedenen Spezifikationen zum Einsatz, die sich in Aufbau und Anzahl der LWL-Fasern unterscheiden. Beispiel ländliches Ausbaugebiet



5.4 Übersicht Glasfaserkabelanlage



5.4 Übersicht Glasfaser



5.4.1 Glasfaserkabelanlage Weitverkehrsebene

In der Netzebene 1 und 2 (Weitverkehrsnetz/Backbone) werden für die Anbindung der PoP Standard-Einmodenfasern nach ITU-T G.652.D eingesetzt. Übliche Kabeldimensionierungen sind 288 Fasern.

Weitverkehrs- ebene/Backbone	Rohrdimensionierung	Glasfaserkabel
Backbone zwischen Regio- PoP und Large Area-PoP / Small Area-PoP und Section- PoP (Ringstruktur und Sternstruktur)	Mikrorohrverband MRV 7 x 14/10 + 1 x 20/15	Minikabel bis 144 F (MR 14/10) Minikabel bis 288 F bzw. 576 F im Ausnahmefall (MR 20/15)
	Einzelrohr PE HD 50 x 4,6 bestückt mit MR 14/11,4 oder 12/9,8	Minikabel bis 288 F
	Einzelrohr PE HD 50 x 4,6	LWL-Außenkabel bis 288 F (576 F)

In Regio- und Large/Small Area-Pop sind grundsätzlich alle Backbonekabel in den Standort einzuführen und im ODF nach Bedarf abzuschließen. Im ODF ist der Platzbedarf für den vollumfänglichen Abschluss der Fasern vorzusehen. Im Erstausbau ist jedoch zunächst nur der überlagerte Backbone und die benötigten Betriebs- und Reservefasern des unterlagerten Backbones abzuschließen.

Section-PoP werden mittels Fasern des unterlagerten Backbones angebunden, wobei nur die benötigten Betriebs- und Reservefasern abgeschlossen werden.

Zur Dimensionierung betriebsnotwendiger Anbindungen sind die Vorgaben gem. Kapitel 8 zu berücksichtigen.

Der Aufbau der Glasfaserkabel sollte immer vom PoP ausgehend geplant und aufgebaut werden.

5.4.2 Glasfaserkabelanlage Verteilnetz-/Hausanschlussebene

In der Netzebene 3 werden für die Anbindung der Gf-Nvt und für die Glasfaserhausanschlüsse Standard-Einmodenfasern nach ITU-T G.657.A1 eingesetzt. Dimensionierung siehe Tabelle Abs. 7.1 und 7.2.

Verteilebene einschl. Hausanschlüsse	Rohrdimensionierung	Glasfaserkabel
Verteilnetz NE3 zwischen PoP und Gf-Nvt oder zwischen Gf-Nvt und Gf-Nvt	Mikrorohrverband MRV 7x14/10+1x20/15 MRV 24x7/4+1x14/10	Minikabel 250 µm 48, 96, 144 F (MR 14/10) Minikabel 200 µm bis 288 F (MR 14/10)
Hausanschlusslängsnetz zwischen Gf-Nvt und Abzweig Hausanschluss	Mikrorohrverband MRV 24x7/4+1x14/10, MRV 19x10/6 MRV 12x10/6	Mikrokabel bis 24 F (MR 7/4) Mikrokabel bis 72 F (MR 10/6)
Hausanschlüsse	Mikrorohr MR 7/4 Mikrorohr MR10/6	

Im PoP sind grundsätzlich alle Verteilnetzkabel in den Standort einzuführen und im ODF nach Bedarf abzuschließen. Im ODF ist der Platzbedarf für den vollumfänglichen Abschluss der Fasern vorzusehen. Im Erstausbau sind jedoch zunächst nur die benötigten Betriebs- und Reservefasern abzuschließen.

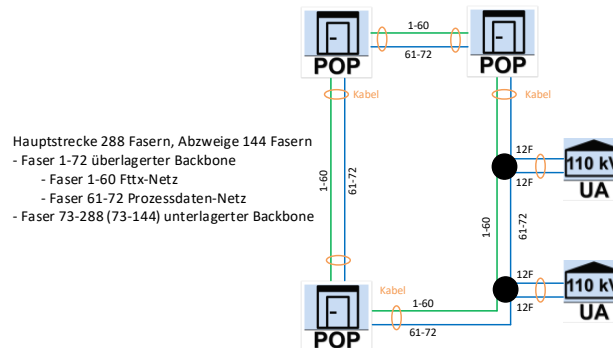
5.5 Fasermanagement

Beim Fasermanagement wird grundsätzlich zwischen dem überlagerten, dem unterlagerten Backbone und dem Verteilnetz unterschieden.

Überlagerter Backbone:

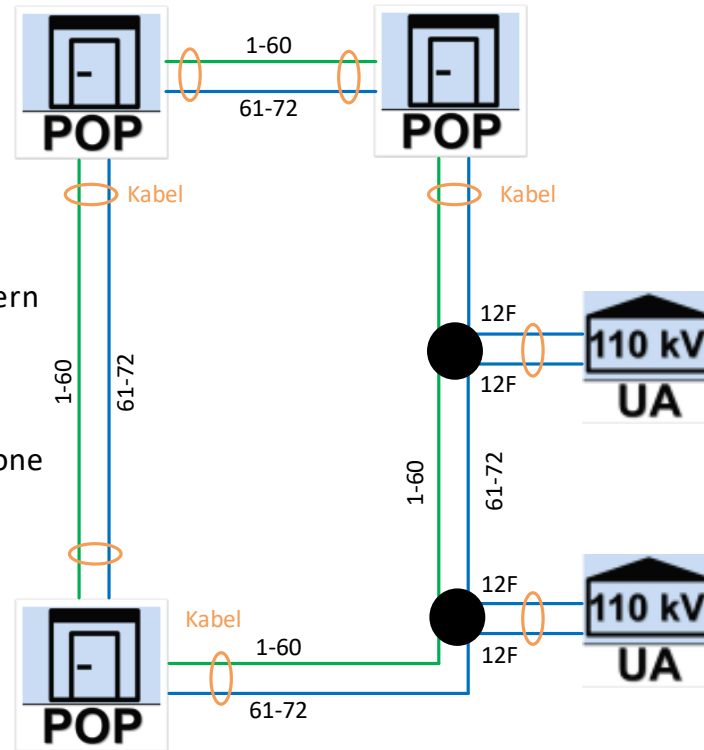
Für den überlagerten Backbone werden ausschließlich die Fasern 1 – 72 für die Vernetzung von DWDM oder Switch-Standorten genutzt. Dabei ist das 6. Bündel (Faser 61 – 72) für Prozess-/BK-Netz Anbindungen vorzusehen. Darüber hinaus gehende Bedarfe müssen mit dem Netzeigentümer abgestimmt werden.

Die Fasern werden im Einzelfaser-Management abgelegt, d.h. es sind nur zwei Fasern je Kassette abzulegen. Die Fasern sind ausschließlich mit E2000-Steckern abzuschließen. Grundsätzlich werden alle Fasern durchgespleißt und abgeschlossen. In Verbindungs- und Loopmuffen werden die Fasern 1-72 in Kassetten abgelegt.



5.5 Fasermanagement

- Hauptstrecke 288 Fasern, Abzweige 144 Fasern
- Faser 1-72 überlagerter Backbone
 - Faser 1-60 Fttx-Netz
 - Faser 61-72 Prozessdaten-Netz
 - Faser 73-288 (73-144) unterlagerter Backbone



5.5 Fasermanagement

Unterlagerter Backbone:

Für den unterlagerten Backbone werden ausschließlich die Fasern 73 – 144/288 für die Anbindung der OLTs und Durchleitung von Dark Fiber Verbindungen sowie sonstiger PtP basierter Anschlüsse bis zum letzten PoP genutzt. Bei zusätzlichem Bedarf an überlagertem Backbone oder BK-Netz können Fasern des unterlagerten Backbone beplant werden und im Einzelfaser-Management aufgebaut werden.

Alle Fasern des unterlagerten Backbones werden im Mehrfasermanagement aufgebaut. Die Fasern sind ausschließlich mit LC/APC-Steckern abzuschließen.

Verteilnetz:

Verteilnetzkabel werden anhand des Faserbedarfs zur Anbindung von Gf-Nvt's dimensioniert (s. Abs. 7.2). Zur Durchleitung an vorgelagerte POP-Standorte können freie Faserkapazitäten des Backbone-Kabels zwischen Faser 145 und 288 genutzt werden.

Alle Fasern des Verteilnetzes werden im Mehrfasermanagement aufgebaut, d.h. es sind zwölf Fasern je Kassette abzulegen. Die Fasern sind ausschließlich mit LC/APC-Steckern abzuschließen.

Die Anbindung der Gf-Nvt auf Verteilnetzebene erfolgt bündelweise, d.h. je Gf-Nvt werden separate Bündel eingeplant. Bei hintereinander kaskadierten Gf-Nvt werden die Bündel für nachgelagerte Gf-Nvt lediglich als Loop in den vorherigen Standorten abgelegt.

5.6 Netzbewertung Glasfaserstrecke

Für die Inbetriebnahme und den Betrieb der LWL- Kabelanlagen sind Messungen der Glasfaser und deren Dokumentation mit Hinblick auf die Qualitätssicherung zwingend erforderlich. Zur Bewertung der aufgebauten Glasfaserstrecken und -verbindungen sind im aufgebauten Netz Messungen durchzuführen. Alle Messwerte sind zu dokumentieren und archivieren. Zur Bewertung ist eine Auswertesoftware nach Vorgaben des Auftraggebers einzusetzen.

5.6.1 Netzebenen 1-3 bis einschl. Anbindung Gf-Nvt:

- Transmissionsmessung (Dämpfungsmessung)
- Ein- und beidseitige OTDR-Messung für die Wellenlängen 1310nm, 1550nm, 1625nm
- Bei Bedarf Dispersionsmessung

5.6.2 Netzebene 3 Hausanschlussebene:

Je nach Ausbausituation:

- Funktionsprüfung mittels ONT, oder
- Rotlichtmessung, oder
- Einseitige OTDR-Messung

6. BAUWERKE/ TECHNIKSTANDORTE

6.1 POP-Standorte und Anbindung (Kriterien)

POP-Standorte sollten gem. der nachfolgenden Kriterien geplant werden:

- Errichtung im öffentlichen Bereich
- Möglichkeit der Anlieferung unter Berücksichtigung der Bauart und Gewicht
- sicherer Arbeitsbereich ohne Verkehrsgefährdung/-behinderung
- Zugänglichkeit dauerhaft ohne zusätzliche Maßnahmen
- Nach Möglichkeit (abhängig von verfügbaren Grundstücken und Nachbarbebauung) ist ein Schutzstreifen von 1m rund um das Gebäude vorzusehen
- Niederspannungs-Netzanschluss zur Stromversorgung erforderlich
- Standortwahl außerhalb hochwassergefährdeter Flächen unter Beachtung der Netzrichtlinie „Grundsätze zur Planung resilienter Energieinfrastrukturen“
- Berücksichtigung Lärmschutzverordnung
- Anbindungsmöglichkeit ins Backbonenetz unter Berücksichtigung von Redundanzanforderung, bei Large Area-PoP's sind zwei Schächte jeweils vor die Gebäudeeinführungen zwecks Redundanz vorzusehen

6.1 POP-Standorte und Anbindung (Redundanz)

Redundanz bezieht sich auf die Bereitstellung von zusätzlichen Elementen oder Komponenten in einem System, um die Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit zu verbessern. In technischen Kontexten wird Redundanz häufig eingesetzt, um sicherzustellen, dass ein System auch dann weiterhin funktioniert, wenn eine Komponente ausfällt. Redundanz kann dazu beitragen, kritische Ausfälle zu minimieren, die Betriebszeit zu erhöhen und eine kontinuierliche Verfügbarkeit von Diensten sicherzustellen.

Im FTTx-Netz bestehen Redundanzanforderungen bei der Backboneanbindung von PoP-Standorten. Hierbei wird unterschieden zwischen:

- Redundante Faseranbindung: Der Faserweg kann in gleicher Kabeltrasse erfolgen, die Versorgung des Kunden erfolgt jedoch von zwei unterschiedlichen Large Area PoPs
- Knotendisjunkte Wegführung: Trassen dürfen keine Überschneidungen aufweisen
- Trassendisjunkte Wegführung: Die unterschiedliche Kabeltrassen müssen mind. 3 m oder nach Vorgabe des Kunden voneinander entfernt sein

Die Verbindung zwischen Regio-PoPs und Large/Small Area-PoP, sowie die Verbindung zwischen Large/Small Area PoPs untereinander muss knoten- und trassendisjunkt aufgebaut werden. Redundanzen können auch über einen zweiten Regio-PoP erfolgen. Der Faserweg muss über die Backbonetrasse realisiert werden.

Wenn der Large/Small Area-PoP nicht als Aggregationsstandort dient, kann auf die knoten- und trassendisjunkte Anbindung verzichtet werden. In diesem Fall ist nach Möglichkeit ein redundanter Faserweg zu zwei verschiedenen Large Area PoPs aufzubauen.

Die Verbindung zwischen Large/Small Area-PoP und Section-PoP kann im Stich erfolgen.

Vor den Gebäudeeinführungen des Large/Small Area PoP-Standort ist jeweils ein Schacht vorzusehen, in welchen die Rohrsysteme eingeführt werden. Zwischen diesen Schächten und dem Large-/Small-Area-PoP sind Rohrverbindungen nach Bedarf, mind. 1x vom Typ MRV7+1 und 1x PE-HD50 herzustellen. Reserven für Netzerweiterungen sollten hierbei berücksichtigt werden.

Vor Section-PoPs ist ebenfalls ein Schacht vorzusehen. Die Rohranbindung ist mittels MRV7+1 zu realisieren.

6.2 Schacht/Muffen-Standorte und Anbindung

Schächte müssen grundsätzlich in der Backbone- und Verteilnetzebene mit eingeplant werden. Diese müssen verschließbar sein, um sie gegen Fremdeinwirkung und Vandalismus zu sichern.

Schächte dienen der Aufnahme von LWL-Muffen und zur Vorhaltung einer Kabel-Reserve. Muffen sind grundsätzlich in Schächten zu positionieren.

Schächte sind strategisch sinnvoll einzuplanen, um Glasfaserkabel von dort aus einbringen und ggf. erweitern zu können.

Bei der Positionierung ist auf folgend Punkte zu achten:

- sicherer Arbeitsbereich ohne Verkehrsgefährdung/-behinderung
- Zugänglichkeit dauerhaft ohne zusätzliche Maßnahmen
- Anbindung PoPs generell zum Einführen der Kabel
- Netzerweiterungen mindestens ein Schacht je Ortschaft
- Einjetlängen außerorts ca. 1.500 -2.500 Meter
- Einjetlängen innerorts ca. 500 – 1.000 Meter

Die Rohreinführung sollten stirnseitig in den Schacht erfolgen, hierbei werden alle Rohre des Mikrorohrverbandes des Backbones und Verteilnetzes eingeführt. Zuführungsrohre des Hausanschlusslängsnetzes werden nur zur Anbindung von Gf-Nvt in Schächte eingeführt. Bei der Planung ist zu berücksichtigen, dass Reservelängen von ca. 25 m je Kabelende in den Schächten und an Endpunkten abzulegen sind. Sie werden z.B. zum Nachziehen bei Reparaturen und der Muffen-montage außerhalb des Schachtes benötigt.

Zur Realisierung von Kopplungen zu Fremdnetzen ist ein Übergabeschacht in unmittelbarer Nähe zum Fremd-Schacht vorzusehen. Zwischen den Schächten ist eine Rohrverbindung vom Typ PE-HD 50 herzustellen. Zwecks Übergabe zu Fremdnetzen ist als Glasfaser Abschlusspunkt im eigenen Netz immer eine Übergabemuffe mit steckbaren E2000/APC Verbindungen zu verwenden.

6.3 Gf-Nvt-Standorte und Anbindung

Glasfaser-Netzverteiler (Gf-Nvt) sind hinsichtlich der Optimierung der Anschlusslängen möglichst zentral zu positionieren.

Bei der Positionierung ist zudem auf folgende Punkte zu achten:

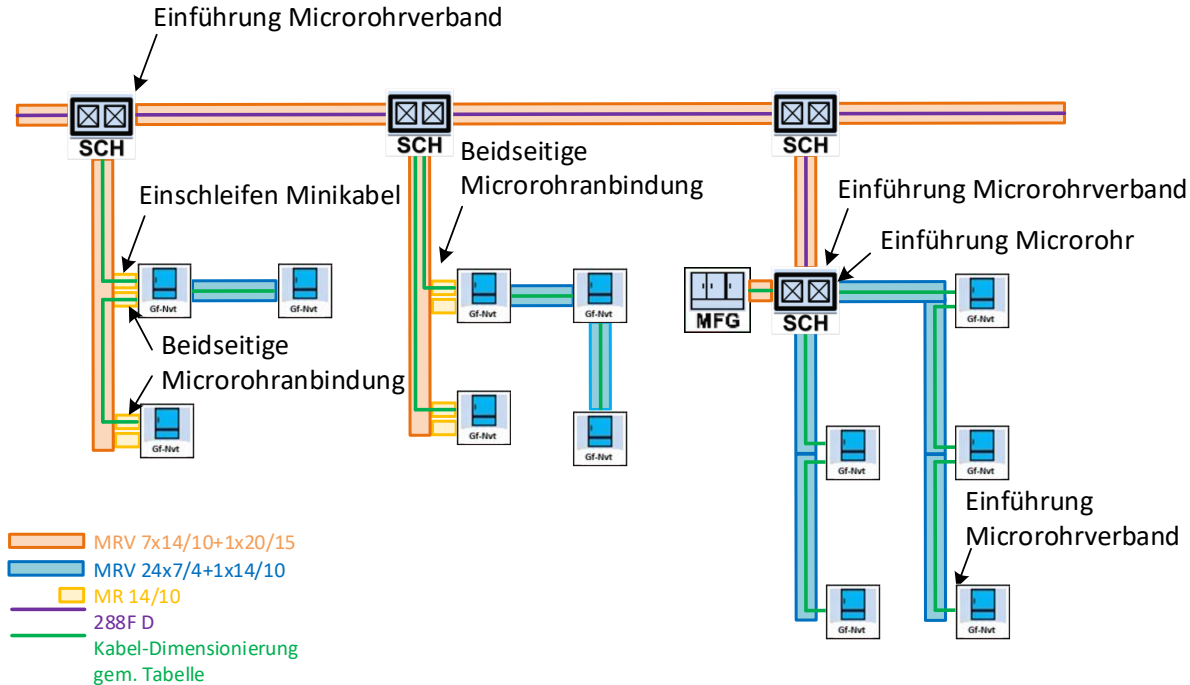
- Errichtung im öffentlichen Bereich
- sicherer Arbeitsbereich ohne Verkehrsgefährdung/-behinderung
- Zugänglichkeit dauerhaft ohne zusätzliche Maßnahmen
- verkehrssicherer Standort

Gf-Nvt werden über Mikrorohre 14/10 angebunden. Hierbei wird nur das zur Anbindung erforderliche Mikrorohr des Mikrorohrverbandes beidseitig eingeführt.

Je Gf-Nvt sind maximal vier abgehende Rohrverbände (MRV24x7/4+1x14/10 bzw. MRV19x10/6) einzuplanen. Die Rohrbelegung und Reihenfolge, sowie das Fasermanagement und Hausanschlussablage innerhalb eines Gf-Nvt's sind der Anlage „Aufbau und Rohrbelegung Gf-Nvt“ zu entnehmen.

Die Sockel der Gf-Nvt sind mit Blähton aufzufüllen.

6.3 Gf-Nvt-Standorte und Anbindung – Absetzen Mittelrohr?



7. NETZKONZEPT FTTH

Nachstehend werden die grundlegenden Bauformen zur Errichtung und Dimensionierung von Glasfasernetzen bis zum Endverbraucher beschrieben. Um jedem potenziellen Anschlussnehmer im Ausbaugebiet einen eigenen Glasfaseranschluss zur Verfügung zu stellen, sind Mikrorohranlagen mit zugehörigen Bauwerken zu errichten und entsprechend zu dimensionieren.

Bei der Planung der Netze verfolgen wir grundsätzlich einen zentralistischen Ansatz. Die Stellung eines zentralen Lage Area-PoP ist gegenüber mehreren Small Area-PoPs oder Sections-PoPs zu bevorzugen. Sofern die örtlichen Gegebenheiten oder die Wirtschaftlichkeit es nicht zulassen, kann von dieser Grundsätzlichkeit abgewichen werden.

7.1 Dimensionierung Hausanschlussebene

Auf der Hausanschlussebene sind für alle bebauten und bebaubaren Parzellen (d.h. auch Baulücken) Rohrkapazitäten einzuplanen (Buildings Passed). Hierbei ist ein Mikrorohr des Rohrverbandes in der Längstrasse je baulich zusammenhängendes Objekt vorzusehen. In der Längstrasse sind immer Rohrverbände zu verlegen. Die Hausanschlüsse werden mit einem Einzelrohr MR1 hergestellt. Die Hauseinführung mittels unterirdischer Hauseinführungen erfolgt in einen abzustimmenden Hausanschlussraum und wird in unmittelbarer Nähe (max. 1,5m) mittels Gf-AP bzw. Gf-AP-TA abgeschlossen. Die Trassenführung zur Herstellung des Hausanschlusses soll auf kürzestem Weg zwischen Längstrasse und Hauseinführung unter Berücksichtigung der bautechnischen Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit erfolgen.

Im Mikrorohrverband sind grundsätzlich zwei Mikrorohre als Reserve vorzuhalten (z.B. für unvorhergesehene Bebauung in 2. Reihe, bauliche und eigentumsseitige Trennung von Gebäuden).

Bei einem Abzweig des Rohrverbundes sind grundsätzlich im Abzweig ebenfalls zwei Mikrorohre des Mikrorohrverbandes als Reserve vorzuhalten.

Ausgehend von zentral zu positionierenden Glasfaser-Netzverteilern (Gf-Nvt) werden Hausanschlusslängsrohre gelegt. Die Größe des Gf-Nvt-Typs bestimmt die max. aufzunehmende Zahl an Hausanschlusslängsrohren für den jeweiligen Versorgungsbereich:

- Gf-Nvt 96: 4 Hausanschlusslängsrohrverbände
- Gf-Nvt 48: 2 Hausanschlusslängsrohrverbände
- Gf-Nvt 24: 1 Hausanschlusslängsrohrverband

Es sind nur so viele Hausanschlusslängsrohrverbände in den Gf-Nvt einzuführen, wie Aufnahmen für Mikrorohre vorhanden sind.

Die Entscheidung, ob ein- oder beidseitige Legung umgesetzt wird, erfolgt anhand folgender Kriterien: zu erschließende Adressen unter Berücksichtigung einer perspektivischen Anschlussquote von 80%, durchschnittliche Grundstücksbreite, Straßenbreite, Oberflächenbeschaffenheit, vorhandene Versorgungsleitungen, etc..

Anhand der entsprechenden Kriterien ist die wirtschaftlich günstigste Ausführung zu wählen.

7. Netzkonzept FTTH

7.1 Dimensionierung Hausanschlussebene

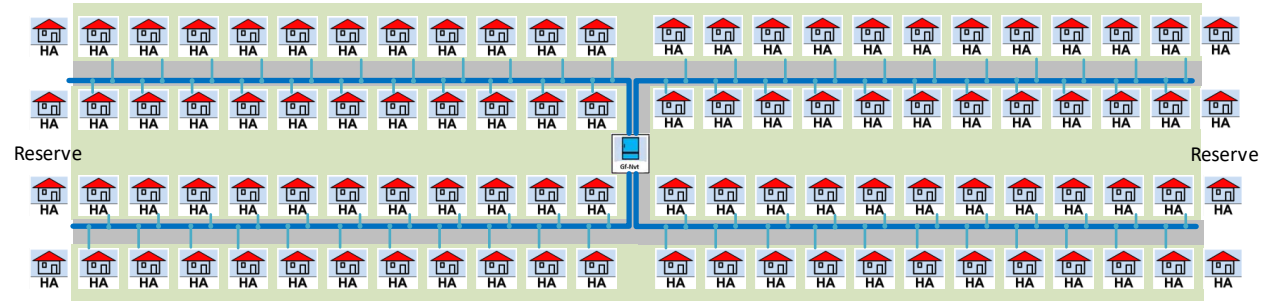


Bild: Einseitige Legung Längsrohr

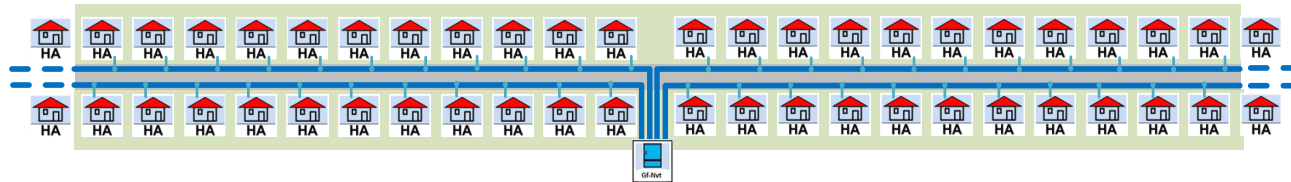


Bild: Beidseitige Legung Längsrohr

7. Netzkonzept FTTH

7.1 Dimensionierung Hausanschlussebene

Abzweige der Längstrasse werden je nach Bedarf mit MRV12 oder MRV 24+1 eingeplant. Bei Abzweigen werden ebenfalls 2 Reserverohre vorgesehen, die am Abzweig enden.

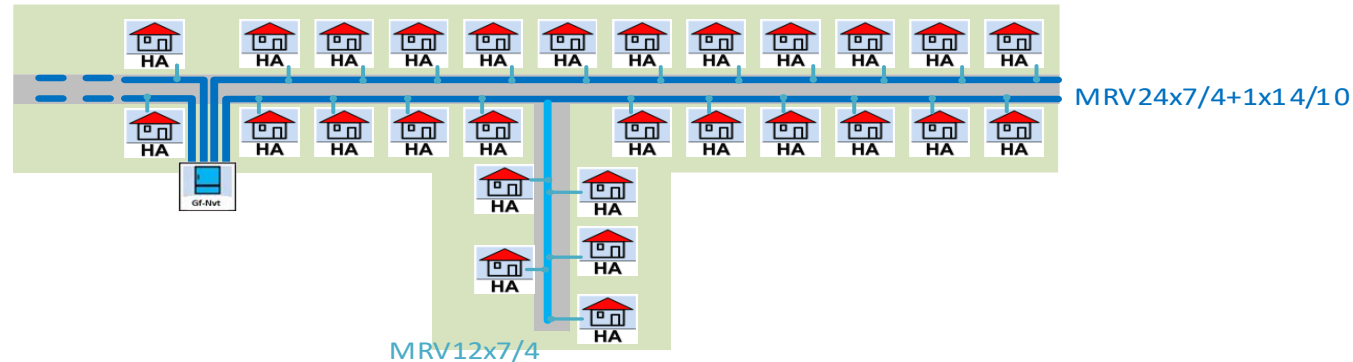


Bild: Beispiel mit Abzweig MRV12x7/4

7.1 Dimensionierung Hausanschlussebene

Parallellegungen von Längsrohrverbänden auf Strecken von mehr als ca. 100m sind aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu vermeiden. In diesen Fällen sind zusätzliche Gf-Nvt bei mehr als zwölf weiteren Buildings Passed bzw. zusätzliche Spleißverteiler (Gf-Nvt ohne Splitter) bei bis zu zwölf weiteren Buildings Passed einzuplanen.

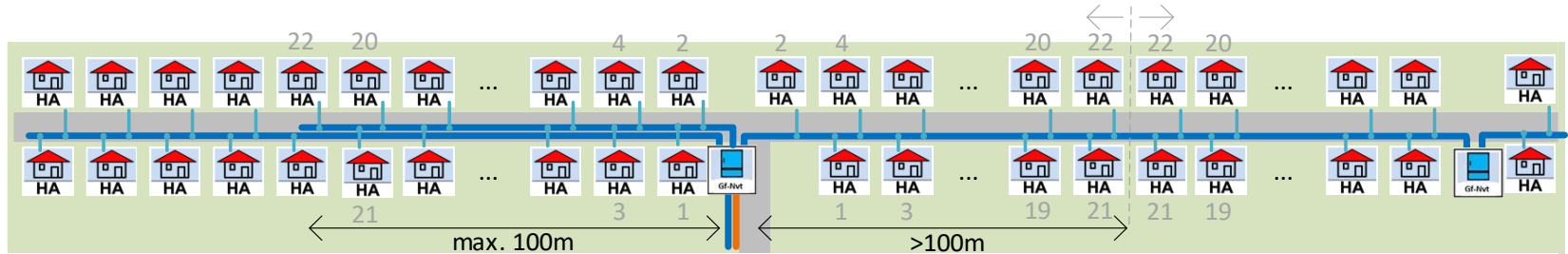


Bild: Kaskadierung von Gf-Nvt/Spleißverteiler

7.1 Dimensionierung Hausanschlussebene

Die Bestückung der Mikrorohre auf Hausanschlussebene erfolgt mit Mikrokabel. Für jede Wohn-/Geschäftseinheit ist eine Faser einzuplanen und durchzuspleißen. Die Splitterausgänge sind fortlaufend zu belegen. Je Anschlusspunkt (Building Connected) ist eine Reservefaser vorzuhalten, diese ist lediglich in der Kassette abzulegen.

Von den 2:32 Splitter werden 2 Ausgänge und von den 2:16 Splitter 1 Ausgang als Reserve freigehalten. Bei Mehrfamilienhäusern <24 Wohneinheiten werden grundsätzlich alle Wohneinheiten auf den gleichen Splitter im Gf-Nvt angeschlossen.

Daraus ergibt sich eine Dimensionierung der Hausanschlusskabel gem. nachfolgender Tabelle.

HC je BC	Anzahl Betriebsfaser + 1 Faser Reserve	Dimensionierung HA-Kabel	Einbauort Splitter	Abschlusspunkt
1	2	6	Gf-Nvt	Gf-AP-TA mit 1 LC/APC je WE
2	3	6		
3	4	6		
4	5	6		
5	6	6		
6	7	12		
7	8	12		
8	9	12		
9	10	12		
10	11	12		
11	12	12		
12	13	24		
13 – 23	14 – 24	24		
24 – 30	2	12	Gf-AP	Gf-AP mit 1 LC/APC je WE
31 – 60	3	24		

7.2 Dimensionierung Verteilnetzebene

Die Anbindung der Gf-Nvt erfolgt über Rohrverbände der Verteilnetzebene MRV7x14/10+1x20/15 oder Mittelrohre des MRV24x7/4+1x14/10. Über das Mittelrohr eines MRV24x7/4+1x14/10 dürfen max. 300 Buildings Passed kaskadiert werden.

Bei der Kaskadierung der Schränke Gf-Nvt 96 / 48 / 24 darf dieser Wert nicht überschritten werden. Bei der Einbindung bereits bestehende Infrastruktur mit MRV24x7/4+1x14/10 oder MRV19x10/6 ist eine Abweichung der Kaskadierung unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Beim Einsatz des MRV7x14/10+1x20/15 sind grundsätzlich zwei Mikrorohre (14/10) des Mikrorohrverbandes als Reserve vorzuhalten.

Die Dimensionierung der Zuführungskabel zwischen dem PoP und den Gf-Nvt kann anhand der nachfolgenden Methodik bestimmt werden. Es ist der Faserbedarf jedes Gf-Nvt separat zu planen und in der Kaskade (Verkettung) ist der einzelne Faserbedarf zu summieren. Diese berücksichtigen neben den erforderlichen Betriebsfasern, in Wohngebieten Reserven von 5% zur Bereitstellung von PtP-Verbindungen. In Gewerbe-/Industriegebieten ist hierfür eine Faserreserve von 25% vorgesehen. Für Netzerweiterungen können ebenfalls die Reservefasern genutzt werden.

Auf der Verteilnetzebene zwischen PoP und dem letzten Schacht ist die Faserplanung und Kabeldimensionierung entsprechend des summierten Bedarfs (Splitteranbindung + Reserve je Gf-Nvt gem. Tabelle) der zu versorgenden Gf-Nvt einzuplanen. Die Planung erfolgt auf Faserebene.

Auf einem Verteilnetzkabel dürfen Betriebs- und Reservefasern für max. 3.000 HP eingeplant werden.

7.2 Dimensionierung Verteilnetzebene

Die Anbindung der Gf-Nvt's kann abgehend von dem PoP über zwei Varianten erfolgen.

- Ein Hauptkabel ab dem PoP als Verteilnetzkabel, welches über Schächte und Muffen abgezweigt werden kann. Die Summe der Abzweige sowie die Anzahl der abzuzweigenden Fasern ergibt sich aus der Summe der tatsächlich benötigten Fasern inkl. Reserve gem. der nachfolgenden Tabellen (Spalte Summe Fasern zw. Gf-Nvt u PoP im Verteilkabel)
- Ab dem PoP ist eine Parallelverlegung von mehreren Verteilnetzkabeln im gleichen MRV möglich.

Welche Variante gewählt wird, ist von der Gebietsstruktur (ländlich / städtisch) und der Anzahl der zu versorgenden Gf-Nvt's abhängig und im Einzelfall zu prüfen. Unter Berücksichtigung der vorzuhaltenden Rohr- und Faserreserven kann dabei eine Parallelverlegung eines weiteren MRV auf Verteilnetzebene notwendig werden.

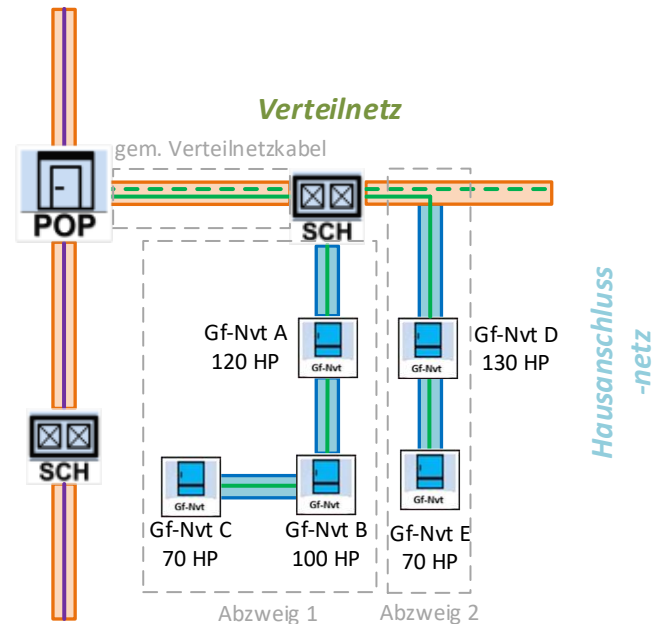
Die Dimensionierung der Verteilnetzkabel zwischen dem PoP und Schacht (in Richtung Gf-Nvt) wird nach den benötigten Faserbedarfen aller geplanten HP je Gf-Nvt bestimmt. Dabei ist der Faserbedarf jedes Gf-Nvt separat zu planen und zu summieren.

Das Verteilnetzkabel vom Schacht (aus Richtung PoP) zu den Gf-Nvt wird anhand der Faserbedarfe je Gf-Nvt aufgerundet zu vollen Bündeln (12 Faser je Bündel).

7.2 Dimensionierung Verteilnetzebene

Dimensionierung Verteilnetzkabel

Gf-Nvt	Privat (P) / Gewerbe (G)	BP	HP	Splittingverhältnis is (davon 2 von 32 Ausgängen als Reserve)	Anzahl verfügbarer Ausgänge je Splitter	Anzahl Splitter im Gf-Nvt 2X (Maximalausba u)	Reservefasern PtMP zw. Gf- Nvt u. POP im Verteilkabel	Reservefasern PtP zw. Gf-Nvt u. POP im Verteilkabel	Summe Fasern zw. Gf- Nvt u. POP im Verteilkabel	benötigte Bündel je Gf- Nvt
Gf-Nvt A	P	85	120	2/32	30	4	1	6	11	1
Gf-Nvt B	P	70	100	2/32	30	4	1	5	10	1
Gf-Nvt C	P	50	70	2/32	30	3	1	4	8	1
	P			2/32	30	0	0	0	0	0
	P			2/32	30	0	0	0	0	0
	P			2/32	30	0	0	0	0	0
Summe Abzweig:									29 Dim. Abzweig:	48F
Gf-Nvt D	P	90	130	2/32	30	5	1	7	13	2
Gf-Nvt E	P	60	80	2/32	30	3	1	4	8	1
	P			2/32	30	0	0	0	0	0
	P			2/32	30	0	0	0	0	0
	P			2/32	30	0	0	0	0	0
	P			2/32	30	0	0	0	0	0
Summe Abzweig:									21 Dim. Abzweig:	48F
Summe Verteilnetz:									50 Dim. Verteilnetz:	96F



7.3 Dämpfungsbudget

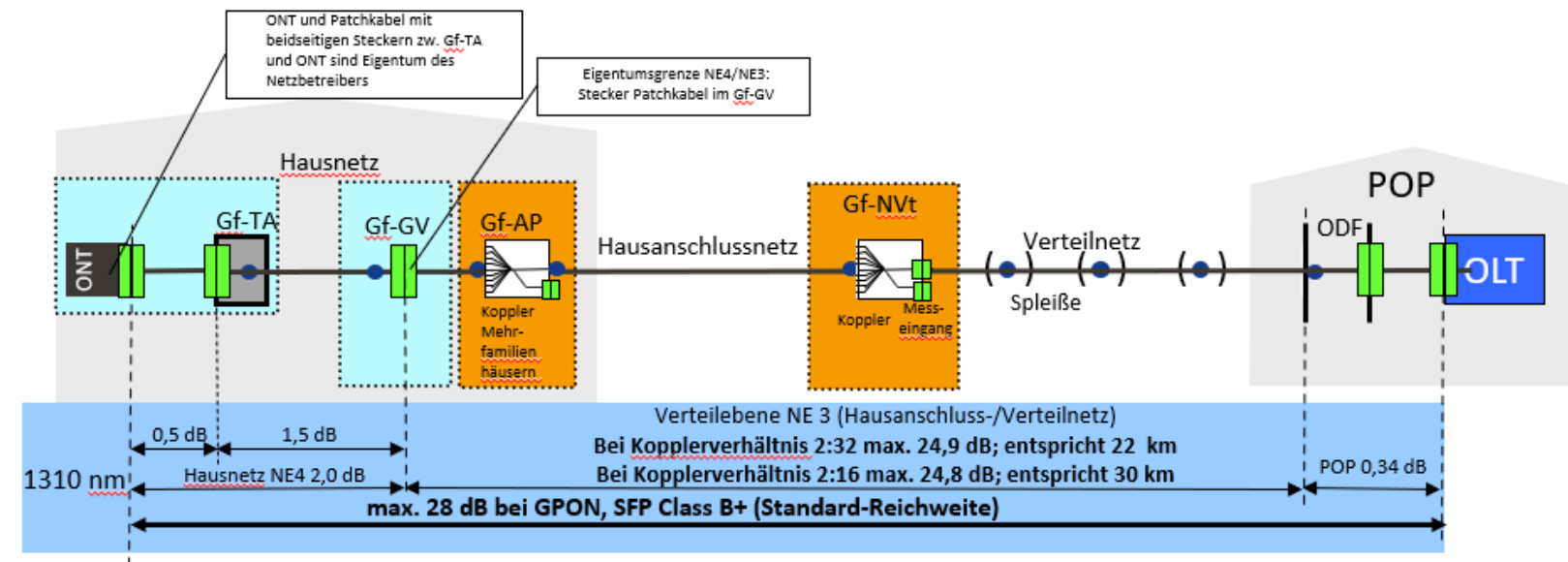
Die Ermittlung der zulässigen Dämpfungswerte erfolgt im Einfügeverfahren. Der Sollwert für die zulässige Dämpfung einer Strecke bei der Pegelmessung berechnet sich nach:

$$\text{Sollwert Pegel} = H + A \cdot I_{NE3} + S \cdot n + V \cdot m + K + N_{res} + P$$

H	Dämpfung im Hausnetz in dB
A	Dämpfung der Glasfaser A= 0,36 dB/km bei 1310 nm A= 0,23 dB/km bei 1550 nm
I _{NE3}	Streckenlänge NE3 in km
S	Dämpfung Spleiße bei n>5: 0,1 dB je Spleiß > Mittelwert 0,05 dB
n	Anzahl Spleiße in einer Strecke
V	Dämpfung Steckverbindung LCAPC-LCAPC max. 0,5 dB; Annahme Mittelwert 0,12 dB je Steckverbindung
m	Anzahl Steckverbindungen in einer Strecke
K	Dämpfung Splitter Koppler 2:32: 17,2 dB Koppler 2:16: 14,0 dB
N _{res}	Netzreserve
P	Dämpfung im PoP in dB
D	Dämpfungsbudget in dB

7.3 Dämpfungsbudget

Das Dämpfungsbudget der Strecke zwischen OLT und ONT beträgt 28 dB bei GPON SFP Class B+.
Der gemessene/errechnete Pegel muss kleiner/gleich dem Dämpfungsbudget sein.



7.3 Dämpfungsbudget

	Hausnetz NE4	Verteilebene NE 3 (Hausanschluss- und Verteilnetz)										PoP				
λ	H	A	I _{NE3}	S	n	V	m		K	N _{Res}	NE3	P		D		
Wellenlänge	Dämpfung im Hausnetz	Dämpfung Glasfaser	Streckenlänge	Dämpfung Spleiße	Anzahl Spleiße	Dämpfung Verbindungen	Anzahl Steckverbindungen		Kopplerverhältnis	Kopplerdämpfung	Netzreserve NE3 3)	Pegel NE3	Dämpfung im PoP	Pegel gesamt	Dämpfungsbudget	SFP
nm	dB	dB/km	km	dB/Stück	Stück	dB/Stück	Stück		dB	dB				dB	dB	
1310	2	0,36	22	0,05	8	0,12	1,5	2:32 1)	17,2	0,0	25,7	0,34	28,0	28		Class B+
1310	2	0,36	30	0,05	14	0,12	1,5	2:16 2)	14,0	0,0	25,7	0,34	28,0	28		Class B+
Pegel = H + A • I _{NE3} + S • n + V • m + K + N _{Res} + P																
Dämpfung zwischen Gf-GV und Gf-TA nach DIN EN 50700 max. 1,5 dB																
Steckverbindung = 2 Stecker mit Kupplung				LC APC 8 ° Grade B1 0,12 dB typischer Wert (Mean)												
1) das Gesamt-Kopplerverhältnis beträgt grundsätzlich 2:32																
2) im Geschäftskundensegment kann auch bei Bedarf das geringere Kopplerverhältnis 1:16 angewendet werden																
3) da die Dämpfungswerte in der Realität erfahrungsgemäß unter den berechneten Werten liegen, wird keine Netzreserve angesetzt																
4) Spleißdämpfung max 0,1 dB im Mittel 0,05 dB																

7.3 Dämpfungsbudget

Es ergibt bei einem Standard-Splittingverhältnis von **1:32 rechnerisch eine maximale Streckenlänge von ca. 22 km** in der Netzebene 3. Im Geschäftskundensegment wird das geringere Splittingverhältnis **1:16 angewendet werden, sodass sich eine maximale Streckenlänge von ca. 30 km** ergibt. Die tatsächlich realisierbare Streckenlänge ist von den tatsächlich gemessenen Dämpfungswerten abhängig.

Die verwendeten G-PON B+ Optiken/ G-PON ONTs benötigen eine Signalstärke zwischen +1dBm und +5dBm (entsprechend ITU-T G.984.A Amd1, Class B+).

Das Power Budget ist hier 28dBm. Durch den 2:32 Splitter geht hier schon 17,6dBm verloren. Durch den 2:16 Splitter entsprechend 14,3dBm.

Beim 2:32 Splitter muss die Minstdämpfung der Strecke 5,4 dBm betragen, maximal 9,4 dBm. Bei zu hohen Pegeln sind Dämpfungsglieder zu verwenden.

Aufgrund der Signallaufzeiten darf die jeweilige Faserlänge aller Anschlüsse am selben Splitter nicht mehr als 10 km voneinander abweichen. Wenn bspw. der entfernteste Anschluss eine Faserlänge von 12,5 km ab dem Splitter aufweist, muss der am Splitter nächstgelegene Anschluss eine Faserlänge von mind. 2,5 km aufweisen.

7.4 Herstellung von Vorab-Anschlüssen (Buildings Passed plus)

Sofern ein Grundstückseigentümer im Rahmen der FTTH-Vermarktung keine GEE für einen Glasfaser-Hausanschluss erteilt hat, soll dennoch ein Homes Passed Plus (ehem. „Vorab-Grundstücksanschluss“) auf der Seite des offenen Längsgrabens hergestellt werden. Eine Straßenkreuzung erfolgt nur bei vorhandener Querverrohrung (z.B. Schutzrohr Strom-Hausanschluss), wenn eine Bestückung ohne Kopfloch auf der gegenüberliegenden Straßenseite möglich ist. Die Vorab-Grundstücksanschlüsse (MR 1x7/4) sollen ca. 1 m auf die Grundstücke gelegt werden, damit spätere Straßenaufbrüche vermieden werden. Die Herstellung von Vorab-Grundstücksanschlüssen unbebauter Grundstücke erfolgt nur, wenn alle anderen Versorgungsträger ebenfalls bereits Vorab-Anschlüsse realisiert haben.

Bei der Erschließung von Neubaugebieten werden Vorab-Anschlüsse auf die Baugrundstücke herausgelegt, sofern dies auch mit den übrigen Versorgungsleitungen erfolgt.

7.5 Mitlegung im Rahmen von Kleinmaßnahmen

Bieten sich in perspektivischen FTTH-Ausbaubereichen Mitlegungsmöglichkeiten um z.B. bei Strom-/Gas-Maßnahmen oder kommunal getriebenen Straßensanierungsarbeiten FTTH-Microrohrverbände zu verlegen, kann dies im Rahmen von Kleinmaßnahmen erfolgen. Hierbei ist dafür Sorge zu tragen, dass für den betreffenden Bereich vorab eine FTTH-Zielnetzplanung erstellt wird, aus der geplante Gf-Nvt-Standorte, sowie benötigte Rohrtypen und -anzahl hervorgehen. Auf diesem Wege muss eine spätere Integration in ein Gesamtkonzept und eine Anbindung des Netzbereiches unter den Anforderungen dieses Standards gewährleistet werden. Situationsbedingt müssen im betroffenen Bauabschnitt bereits Reserven für benachbarte Straßenzüge mit eingeplant werden. Erfolgt in diesem Zuge die Herstellung von Hausanschlüssen oder Vorab-Anschlüssen, muss dies unter Berücksichtigung der geplanten Gf-Nvt-Standorte erfolgen, welche letztlich die Abzweig- und Einjett-Richtung vorgeben.

8. BETRIEBSNOTWENDIGE ANBINDUNGEN (HS/MS/NS)

8.1 Umspannanlage

Innerhalb des Westnetz Versorgungsgebietes (HS) werden UAs grundsätzlich über das FTTx-Netz an das Prozess-/BK-Netz angebunden. Dies gilt für eigene UAs, als auch für Fremdanlagen, in denen die Westnetz eigene Übertragungstechnik betreibt.

Hierzu ist im Umfeld der UA ein Schacht vorzusehen, von welchem aus ein LWL-Kabel (mind. 24 Fasern) eingebracht werden kann.

Die Faserplanung ist mit den Verantwortlichen des Prozess-/BK-Netzes abzustimmen.

In Fremdanlagen können freie Fasern genutzt werden, um dem Anlageneigentümer/-betreiber kommerzielle TK-Anschlüsse über PON bereitzustellen.

8.2 Betriebsstandorte und Verwaltungsgebäude

Betriebsstandorte und Verwaltungsgebäude werden grundsätzlich an das FTTx-Netz angebunden. Hierzu werden Rohrkapazitäten der Backbone-/Verteilnetzebene (i.d.R. MRV 7X14/10+1X20/15) genutzt, die Bestückung erfolgt mit Minikabeln (mind. 24 Fasern). Die Anbindung erfolgt über Fasern, die für Anwendungen des Prozess-/BK-Netz vorgesehen sind.

An Betriebsstandorten, an denen keine Backbone-Ebene zur Realisierung eines BK-LAN verfügbar ist, kann die Anbindung über PON erfolgen. In diesen Fällen können Rohrkapazitäten der Hausanschlussebene (i.d.R. MR24) genutzt werden, die Anbindung erfolgt mit Mikrokabel (12 Fasern).

8.3 Ortsnetzstation (ONS)

Innerhalb des Westnetz Versorgungsgebietes (MS/NS) sind für Ortsnetzstationen grundsätzlich Rohrkapazitäten einzuplanen um für digiONS bzw. perspektivisch zu digitalisierende ONS fernwirktechnische Anbindungen zu realisieren. Innerorts werden hierzu Rohrkapazitäten auf Hausanschlussebene (i.d.R. MR24) vorgesehen, in welche im Bedarfsfall Microkabel (6 Fasern) eingebracht werden. Außerorts werden hierzu Rohrkapazitäten der Backbone-/Verteilnetzebene (i.d.R. MRV 7X14/10+1X20/15) genutzt, die Bestückung erfolgt im Bedarfsfall mit Minikabeln (24 Fasern). Die Betriebsfaser wird an einen Splitterausgang des nächstgelegenen Gf-NVt durchgespleißt. Eine Anbindung der Standorte erfolgt über das PON, wobei ONTs im SFP-Format verwendet werden.

8.4 Funkmast 450 MHz

Funkmaste der 450-MHz-Plattform dienen Betreibern kritischer Infrastrukturen als ausfallsicheres Kommunikationssystem. Innerhalb des eigenen Versorgungsbereiches (HS/MS/NS) werden diese Standorte über das FTTx-Netz an das Prozessnetz angebunden.

Die Anbindung erfolgt über Rohrkapazitäten der Backbone-/Verteilnetzebene (i.d.R. MRV 7X14/10+1X20/15). Im Umfeld der UA ist ein Schacht vorzusehen, von welchem aus ein LWL-Kabel (24 Fasern) eingebracht werden kann.

9. BESCHRIFTUNG

9.1 Allgemein

Alle Bauwerke und Komponenten sind eindeutig und nachvollziehbar zu beschriften.

Es sind in jedem Bauwerk UV- und witterungsbeständige Schilder/Label an Kabel und Rohren anzubringen.

Kennzeichnungen mit Permanentmarker oder ähnlichen auf Kabel und Rohren sind nicht zulässig.

9.2 Kabel

Kabel sind eindeutig mit der ID aus dem führenden Sachdatensystem zu beschriften. Dies erfolgt hinter den Rohreinführungen ins Bauwerk als auch vor der Abschlusseinrichtung/Muffe. Liegt die ID zum Zeitpunkt der Netzerrichtung noch nicht vor, ist das Kabel eindeutig mit A- und B-Ende zu benennen, um eine spätere Identifizierung zu gewährleisten. (physisches Ende Kabel Anfang / Ende?)

Auf der Hausanschlussebene müssen die Kabel nicht gekennzeichnet werden. Allerdings sind die Kassetten im Gf-Nvt mit der jeweiligen Adresse zu beschriften

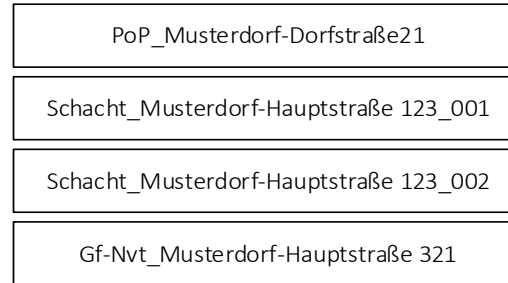
9.3 Rohr

Alle Rohre und Rohrverbände sind am Start- und Endpunkt beim Eintritt in das jeweilige Bauwerk eindeutig mit der Zieladresse zu markieren / labeln. Bei mehreren parallel verlegten Rohren bzw. Rohrverbänden ist zusätzlich ein Zähler anzufügen.

9.3 Rohr

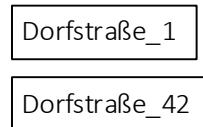
Verteilnetzebene:

- Nomenklatur: <Zielbauwerktyp>_<Zieladresse>_<Zähler>
- Bsp.:



Hausanschlussebene (Beschriftung Hausanschlussrohre im Gf-Nvt Richtung HA)

- Nomenklatur: <Straße_Hausnummer>
- Bsp.:



9.4 Regio-/Large-/Small Area PoP

In einem PoP Gebäude sind alle ankommenden Kabel und Rohre direkt nach der Gebäude Einführung eindeutig und gemäß den Regelungen zu beschriften. Weiterhin ist eine weitere Kabelbeschriftung im Bereich der Kabelabfangung im ODF Rack anzubringen. Die jeweiligen ODF Patchfelder sind eindeutig mit der Kabelbeschriftung zu versehen. Nach der Dokumentation der Netzdaten muss zusätzlich die im Dokumentationssystem vergebene Kabel ID an dem ODF Patchfeld angebracht werden. Weiterhin ist außen und innen am PoP eine Beschilderung anzubringen:

Außen: Name PoP (aus PoP-Liste)
 Vor Betreten bitte anmelden:
 Tel.: 0201 / 186 5700

Größe der Beschilderung ca. DIN A5

Anbringung an der Außentür auf Augenhöhe (ca. 1,70m, gemessen an der Unterkante des Türrahmens)

Innen: Standort: VCN-PoP-Name
 Rufnummer NOC: 05241 3089391
 Adressinformation, bzw. Geokoordinaten (für den Fall eines Notrufs)

Größe der Beschilderung ca. DIN A5

Anbringung mittig der Innentür auf Augenhöhe (ca. 1,70 m, gemessen an der Unterkante des Türrahmens)

Die Muster der Beschilderungen kann der Anlage Beschriftung PoP entnommen werden.

9.4 Regio-/Large-/Small Area PoP

Tür Eingang PoP außen:

PoP Emsbüren

**Bitte melden Sie sich vor dem
Betreten der Station an unter:**

Tel.: 0201 / 186 5700

9.4 Regio-/Large-/Small Area PoP

Tür Eingang PoP innen:

Sie befinden sich in der Lokation:

PoP Name: Emsbüren

PoP ID VCN: emsb10

Adresse: Grenzstraße 20 Geokoordinater Lat: 52.393343°N
48488 Emsbüren Lon: 7.309052°E

Network Operation Center Vitroconnect GmbH

noc@vitroconnect.com

Telefon: 05241 3089 391

9.5 Section PoP

In einem Section PoP (MFG) sind alle ankommenden Kabel und Rohre direkt nach der Gehäuse Einführung eindeutig und gemäß den Regelungen zu beschriften.

Die jeweiligen ODF Patchfelder sind eindeutig mit der Kabelbeschriftung zu versehen. Nach der Dokumentation der Netzdaten muss zusätzlich die im Dokumentationssystem vergebene Kabel ID am ODF Patchfeld angebracht werden.

An der Außenseite des MFGs ist ein witterungsbeständiges Schild mit den Standortdaten und der Rufnummer der zentralen Störungsannahme anzubringen.

Im Inneren des MFG ist im Bereich der Tür ein Schild mit den Standort Daten und den Kontaktdaten vom Network Operation Center anzubringen. Die Musterdatei kann der Anlage 1 entnommen werden.

Außen:

MFG Mustersstr. 1, 54321 Musterhausen

Bei Schäden Tel.: 0800 1198611

Innen:

Standort: VCN-PoP-Name

Rufnummer NOC: 05241 3089391

Adressinformation, bzw. Geokoordinaten (für den Fall eines Notrufs)

9. Beschriftung

9.5 Section PoP

Gehäuse MFG außen:

PoP Musterstraße 1,54321 Musterstadt
Störungsnummer: Tel.: 0800 1198611

9. Beschriftung

9.5 Section PoP

Tür MFG innen:

Sie befinden sich in der Lokation:

PoP Name:	MFG
PoP ID VCN:	emsb10

Adresse: Straße Nr. Geokoordinater Lat: 52.393343°N
PLZ Ort Lon: 7.309052°E

Anlage ist überwacht Bitte melden sie sich an

Network Operation Center Vitroconnect GmbH
noc@vitroconnect.com

Telefon: 05241 3089 391

9.6 Schacht

In einem Schacht sind alle ankommenden Kabel und Rohre direkt nach der Einführung eindeutig und gemäß der Kabel- und Rohrbeschriftung zu beschriften.

Auf dem Schachtdeckel ist nach Erstellung der Netzdokumentation die Schacht ID aus dem führenden Sachdatensystem anzubringen. → 3. GU → wie kommen die Daten wieder zurück?

9.7 Muffe

Sollten zwei oder mehr Muffen in einem Schacht verbaut sein, so sind die Muffen eindeutig mit fortlaufender Nummer zu kennzeichnen.

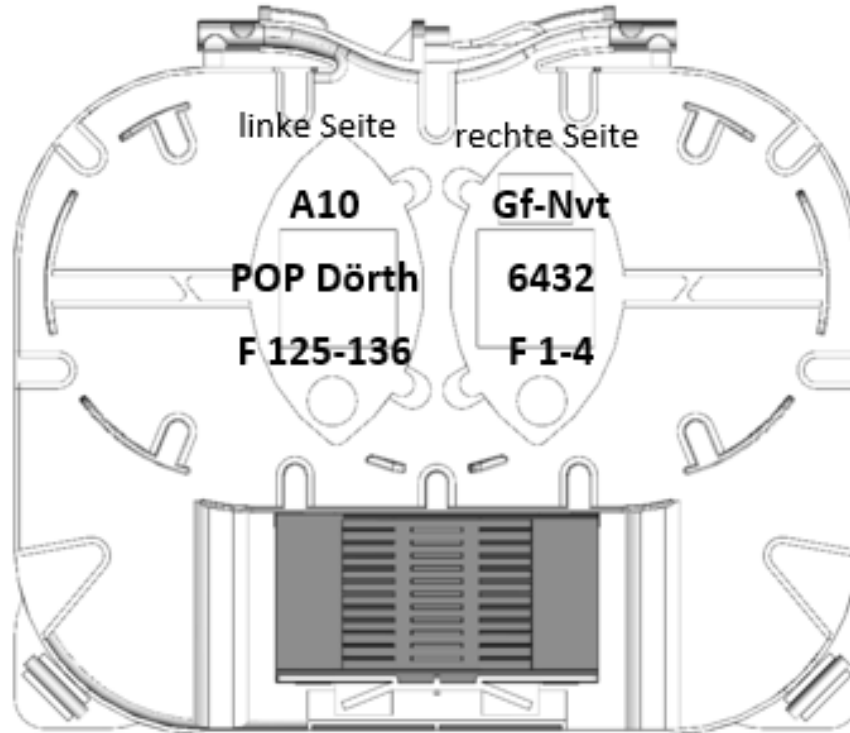
Die Kassetten innerhalb der Muffe sind nach dem folgenden Muster zu kennzeichnen:

Auf der A- und B-Seite (ankommenden Kabel):

- linke Seite
- A- oder B-Seite mit Kassettennummer ankommendes Kabel von Zielort (CS-ID oder postal. Adresse)
- Fasernummer
- rechte Seite
- abgehendes Kabel Zielort (CS-ID oder postal. Adresse)
- Fasernummer

9. Beschriftung

9.7 Muffe



9. Beschriftung

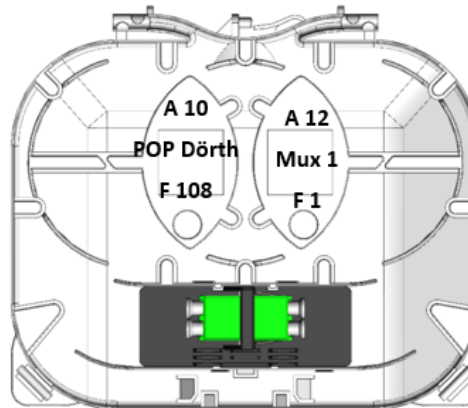
9.8 Gf-Nvt

Alle eingeführten Mikrorohre werden gem. Abs. 9.3 gekennzeichnet.

Splitter:

Die Splitterkassetten werden fortlaufend nummeriert (Beispiel: Mux 1, Mux 2).

- linke Seite
 - A- oder B-Seite mit Kassettennummer ankommendes Kabel von Zielort (CS-ID oder postal. Adresse)
 - Fasernummer
- rechte Seite
 - Ziel-Kassette
 - Fasernummer



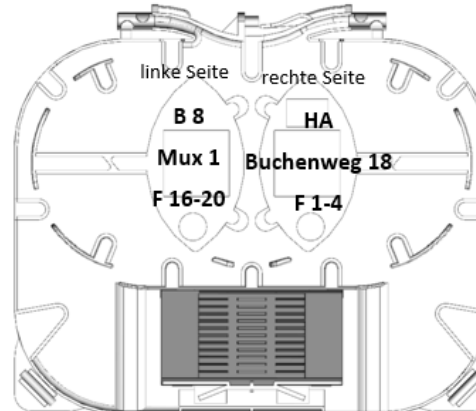
9. Beschriftung

9.8 Gf-Nvt

Spleißkassetten:

- linke Seite
 - Ziel-Kassette (ankommenden Kabel, Mux)
 - Fasernummer
- rechte Seite
 - abgehendes Kabel Zielort (postal. Adresse)
 - Fasernummer

Die einzelnen Kassetten sind jeweils auf der rechten Seite mit dem Hausanschluss (Straße, Hausnummer) und auf der linken Seite mit Splitternummer und Splitterports zu kennzeichnen.



9.9 Gf-AP(-TA)

Auf dem Gf-AP-TA wird je WE eine Home ID (Aufkleber mit Westconnect Logo) gut sichtbar auf der Vorderseite angebracht. Die Aufkleber werden untereinander in der Reihenfolge der Anschlüsse platziert. Die Zählweise der LC-Ports ist von links (1) nach rechts (6-n).



Sofern für das Gebäude eine NE4 vorgesehen ist, entfällt die Beklebung mit Home IDs und auch das nachfolgende Setzen des ONT. Die Gebäudeverkabelung, das Setzen des ONT und die Dokumentation erfolgt in diesen Fällen nachgelagert durch den NE4-Dienstleister.

ANLAGEN

Aufbau Gf-NVt 96 mit MRV24x7/4+1x14/10:

Verband 12 MR Verteil				Verband 24 MR HA																
				Rohr 4				Rohr 3				Rohr 2				Rohr 1				
1	2	3	4	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5
				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6
				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				
				Straße				Straße				Straße				Straße				

Verband 12 MR Verteil				Verband 24 MR HA																
				Rohr 4				Rohr 3				Rohr 2				Rohr 1				
1	2	3	4	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
○	○	○	○	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot	
○	○	○	○	Violett-Weiß	Grün-Weiß	Violett	Grün	Violett-Weiß	Grün-Weiß	Violett	Grün	Violett-Weiß	Grün-Weiß	Violett	Grün	Violett-Weiß	Grün-Weiß	Violett	Grün	
○	○	○	○	Türkis-Weiß	Blau-Weiß	Türkis	Blau	Türkis-Weiß	Blau-Weiß	Türkis	Blau	Türkis-Weiß	Blau-Weiß	Türkis	Blau	Türkis-Weiß	Blau-Weiß	Türkis	Blau	
				Schwarz-Weiß	Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb	Schwarz-Weiß	Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb	Schwarz-Weiß	Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb	Schwarz-Weiß	Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb	
				Orange-Weiß	Weiß-Weiß	Orange	Weiß	Orange-Weiß	Weiß-Weiß	Orange	Weiß	Orange-Weiß	Weiß-Weiß	Orange	Weiß	Orange-Weiß	Weiß-Weiß	Orange	Weiß	
				Rosa-Weiß	Grün-Weiß	Rosa	Grün	Rosa-Weiß	Grün-Weiß	Rosa	Grün	Rosa-Weiß	Grün-Weiß	Rosa	Grün	Rosa-Weiß	Grün-Weiß	Rosa	Grün	
				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				
				Straße				Straße				Straße				Straße				

Aufbau Gf-NV 96 mit MRV19x10/6:

Verband 12 MR Verteil				Verband 24 MR HA																
				Rohr 4				Rohr 3				Rohr 2				Rohr 1				
1	2	3	4	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1
○	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	○	⊗	○	○	2
○	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	○	⊗	○	○	3
				⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	○	⊗	○	○	4
				⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	○	⊗	○	○	5
				⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	⊗	○	○	○	○	⊗	○	○	6
Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:								
Straße				Straße				Straße				Straße								

Verband 12 MR Verteil				Verband 24 MR HA															
				Rohr 4				Rohr 3				Rohr 2				Rohr 1			
1	2	3	4	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
○	○	○	○	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot	Braun-Weiß	Rot-Weiß	Braun	Rot
○	○	○	○		Grün-Weiß	Violett	Grün		Grün-Weiß	Violett	Grün		Grün-Weiß	Violett	Grün		Grün-Weiß	Violett	Grün
○	○	○	○		Blau-Weiß	Türkis	Blau		Blau-Weiß	Türkis	Blau		Blau-Weiß	Türkis	Blau		Blau-Weiß	Türkis	Blau
					Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb		Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb		Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb		Gelb-Weiß	Schwarz	Gelb
					Weiß-Weiß	Orange	Weiß		Weiß-Weiß	Orange	Weiß		Weiß-Weiß	Orange	Weiß		Weiß-Weiß	Orange	Weiß
					Grau-Weiß	Rosa	Grau		Grau-Weiß	Rosa	Grau		Grau-Weiß	Rosa	Grau		Grau-Weiß	Rosa	Grau
Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:				Streckenbezeichnung:			
Straße				Straße				Straße				Straße				Straße			

Aufbau Gf-NVt 48 mit MRV 24x7/4+1x14/10:

Verband 12 MR. Verteilung II											
	Rohr 2						Rohr 1				
	1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Streckenbezeichnung:						Streckenbezeichnung:					
Straße						Straße					

Verba nd 12 MR Verte il											
	Rohr 2					Rohr 1					
1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
○		Gelb- Weiß	Orange	Grün	Rot		Gelb- Weiß	Orange	Grün	Rot	1
○		Weiß- Weiß	Rosa	Braun	Grün		Weiß- Weiß	Rosa	Braun	Grün	2
○		Grün- Weiß	Rot- Weiß	Violett s	Blau		Grün- Weiß	Rot- Weiß	Violett s	Blau	3
○		Braun- Weiß	Grün- Weiß	Violett s	Gelb		Braun- Weiß	Grün- Weiß	Violett s	Gelb	4
			Blau- Weiß	Schwarz	Weiß			Blau- Weiß	Schwarz	Weiß	5
	Streckenbezeichnung:					Streckenbezeichnung:					
	Straße					Straße					

Aufbau Gf-NVt 24 mit MRV
24x7/4+1x14/10:

Verb and 12. MR Vert eil							
	Rohr 1						
	1	6	5	4	3	2	1
	○	○	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○	○	○
	Streckenbezeichnung:						
	Straße						

Aufbau Gf-NVt 24 mit MRV
19x10/6:

Verb and 12 MR Vert eil							
Rohr 1							
1	6	5	4	3	2	1	
							1
							2
							3
							4
Streckenbezeichnung:							
Straße							

Verb and 12. MR Vert eil							
Rohr 1							
	1	6	5	4	3	2	1
○	Türku Weiß	Grün Weiß	Weiß Weiß	Türku Weiß	Weiß		Rot
○	Schne Weiß	Grün Weiß	Grün Weiß	Schne Weiß	Grün		Grün
○	Orange Weiß	Violett Weiß	Grün Weiß	Orange Weiß	Grün Weiß		Blau
○	Rosa Weiß	Türku Weiß	Violett Weiß	Rosa Weiß	Violett Weiß	Gold	
Streckenbezeichnung:							
Straße							

Verb and 12. MR Vert eil							
Rohr 1							
	1	6	5	4	3	2	1
O			Grün Weiß	Weiß Weiß	Türkis Weiß		Rot
O			Braun Weiß	Grün Weiß	Schwarz Weiß	Grün	Grün
O			Violett tt- Weiß	Braun Weiß	Grün tt- Weiß	Braun tt- Weiß	Blaue
O			Violett tt- Weiß	Violett tt- Weiß	Rosa	Violett tt- Weiß	Gelb
Streckenbezeichnung:							
Straße							

Baureihe links A-Seite					Baureihe rechts B-Seite				
Bemerkung	Bau- gruppe n	Höhen- einheit (HE)	Bauweise Kassette	Belegung Kassette	Höhen- einheit (HE)	Bauweise Kassette	Belegung Kassette	Bau- gruppe n	Bemerkung
	Anschl. ausbreiten Hausanschlusskabel	72	SO 12 F	HA 72	72	SO 12 F	HA 72	Anschl. ausbreiten Hausanschlusskabel	
		71	SO 12 F	HA 74	71	SO 12 F	HA 71		
		70	SO 12 F	HA 75	70	SO 12 F	HA 70		
		69	SO 12 F	HA 76	69	SO 12 F	HA 69		
		68	SO 12 F	HA 77	68	SO 12 F	HA 68		
		67	SO 12 F	HA 78	67	SO 12 F	HA 67		
		66	SO 12 F	HA 79	66	SO 12 F	HA 66		
		65	SO 12 F	HA 80	65	SO 12 F	HA 65		
		64	SO 12 F	HA 81	64	SO 12 F	HA 64		
		63	SO 12 F	HA 82	63	SO 12 F	HA 63		
		62	SO 12 F	HA 83	62	SO 12 F	HA 62		
		61	SO 12 F	HA 84	61	SO 12 F	HA 61		
		60	SO 12 F	HA 85	60	SO 12 F	HA 60		
		59	SO 12 F	HA 86	59	SO 12 F	HA 59		
		58	SO 12 F	HA 87	58	SO 12 F	HA 58		
		57	SO 12 F	HA 88	57	SO 12 F	HA 57		
		56	SO 12 F	HA 89	56	SO 12 F	HA 56		
		55	SO 12 F	HA 90	55	SO 12 F	HA 55		
		54	SO 12 F	HA 91	54	SO 12 F	HA 54		
		53	SO 12 F	HA 92	53	SO 12 F	HA 53		
		52	SO 12 F	HA 93	52	SO 12 F	HA 52		
		51	SO 12 F	HA 94	51	SO 12 F	HA 51		
		50	SO 12 F	HA 95	50	SO 12 F	HA 50		
		49	SO 12 F	HA 96	49	SO 12 F	HA 49		
	Raum wird für zusätzliche Kassetteneinheiten genutzt	48			48	SO 12 F	HA 48		
		47			47	SO 12 F	HA 47		
		46			46	SO 12 F	HA 46		
		45			45	SO 12 F	HA 45		
		44			44	SO 12 F	HA 44		
		43			43	SO 12 F	HA 43		
		42			42	SO 12 F	HA 42		
		41			41	SO 12 F	HA 41		
		40			40	SO 12 F	HA 40		
		39			39	SO 12 F	HA 39		
		38			38	SO 12 F	HA 38		
		37			37	SO 12 F	HA 37		
		36			36	SO 12 F	HA 36		
		35			35	SO 12 F	HA 35		
		34			34	SO 12 F	HA 34		
		33			33	SO 12 F	HA 33		
		32			32	SO 12 F	HA 32		
	Bereich Splitterbaugruppen im Höhenreihent 13, dynamisch in Anordnung verschieben	31			31	SO 12 F	HA 31		
		30			30	SO 12 F	HA 30		
		29			29	SO 12 F	HA 29		
		28			28	SO 12 F	HA 28		
		27	SE Splitter 8	2/32	27	SO 12 F	HA 27		
		26			26	SO 12 F	HA 26		
		25	SE Splitter 7	2/32	25	SO 12 F	HA 25		
		24			24	SO 12 F	HA 24		
		23	SE Splitter 6	2/32	23	SO 12 F	HA 23		
		22			22	SO 12 F	HA 22		
		21	SE Splitter 5	2/32	21	SO 12 F	HA 21		
		20			20	SO 12 F	HA 20		
		19	SE Splitter 4	2/32	19	SO 12 F	HA 19		
		18			18	SO 12 F	HA 18		
		17	SE Splitter 3	2/32	17	SO 12 F	HA 17		
		16			16	SO 12 F	HA 16		
		15	SE Splitter 2	2/32	15	SO 12 F	HA 15		
		14			14	SO 12 F	HA 14		
		13	SE Splitter 1	2/32	13	SO 12 F	HA 13		
Dimensionierung Verteilerkabel: Es werden nur die Anzahl Fasern aus dem Verteilerkabel entnommen, die für die geplante Vollbestückung mit Splitter und PtP-Verbindungen vorgegeben sind. Weitere Reserven werden nicht entnommen. Die übrigen Fasern werden ungeschnitten weitergeführt.	Anschl. ausbreiten Verteilernetz mit Faserkabel HE 12	12	SO 12 F	12. Bündel Kabel 144 F	12	SO 12 F	HA 12		
		11	SO 12 F	11. Bündel Kabel 144 F	11	SO 12 F	HA 11		
		10	SO 12 F	10. Bündel Kabel 144 F	10	SO 12 F	HA 10		
		9	SO 12 F	9. Bündel Kabel 144 F	9	SO 12 F	HA 9		
		8	SO 12 F	8. Bündel Kabel 144 F	8	SO 12 F	HA 8		
		7	SO 12 F	7. Bündel Kabel 144 F	7	SO 12 F	HA 7		
		6	SO 12 F	6. Bündel Kabel 144 F	6	SO 12 F	HA 6		
		5	SO 12 F	5. Bündel Kabel 144 F	5	SO 12 F	HA 5		
		4	SO 12 F	4. Bündel Kabel 144 F	4	SO 12 F	HA 4		
		3	SO 12 F	3. Bündel Kabel 144 F	3	SO 12 F	HA 3		
		2	SO 12 F	2. Bündel Kabel 144 F	2	SO 12 F	HA 2		
		1	SO 12 F	1. Bündel Kabel 144 F	1	SO 12 F	HA 1		

Ausbau Gf-NVt 48

Baureihe mitte A-Seite						
Bemerkung	Bau- gruppe n	Höhen- einheit t (HE)	Bauweise Kassette	Belegung Kassette		
	Anschlusbereich Hausanschlusskabel	72	SO 12 F	HA 42		
		71	SO 12 F	HA 41		
		70	SO 12 F	HA 40		
		69	SO 12 F	HA 39		
		68	SO 12 F	HA 38		
		67	SO 12 F	HA 37		
		66	SO 12 F	HA 36		
		65	SO 12 F	HA 35		
		64	SO 12 F	HA 34		
		63	SO 12 F	HA 33		
		62	SO 12 F	HA 32		
		61	SO 12 F	HA 31		
		60	SO 12 F	HA 30		
		59	SO 12 F	HA 29		
		58	SO 12 F	HA 28		
		57	SO 12 F	HA 27		
		56	SO 12 F	HA 26		
		55	SO 12 F	HA 25		
		54	SO 12 F	HA 24		
		53	SO 12 F	HA 23		
		52	SO 12 F	HA 22		
		51	SO 12 F	HA 21		
		50	SO 12 F	HA 20		
		49	SO 12 F	HA 19		
		48	SO 12 F	HA 18		
		47	SO 12 F	HA 17		
		46	SO 12 F	HA 16		
		45	SO 12 F	HA 15		
		44	SO 12 F	HA 14		
		43	SO 12 F	HA 13		
		42	SO 12 F	HA 12		
		41	SO 12 F	HA 11		
		40	SO 12 F	HA 10		
		39	SO 12 F	HA 9		
		38	SO 12 F	HA 8		
		37	SO 12 F	HA 7		
		36	SO 12 F	HA 6		
		35	SO 12 F	HA 5		
		34	SO 12 F	HA 4		
		33	SO 12 F	HA 3		
		32	SO 12 F	HA 2		
		31	SO 12 F	HA 1		
	Bereich Splitterbaukasten ab Höhenmet 13, dynamisch in Achtungsweg des Anzst. PK	30				
		29				
		28				
		27				
		26				
		25				
		24				
		23				
		22				
		21	SE Splitter 5	2/32		
		20				
		19	SE Splitter 4	2/32		
	Anschlusbereich Vertikalspalz 14L Festlegung HE1 bis HE12	18	SE Splitter 3	2/32		
		17	SE Splitter 2	2/32		
		16				
		15	SE Splitter 2	2/32		
		14				
		13	SE Splitter 1	2/32		
		12	SO 12 F	12. Bündel Kabel 144F		
		11	SO 12 F	11. Bündel Kabel 144F		
		10	SO 12 F	10. Bündel Kabel 144F		
		9	SO 12 F	9. Bündel Kabel 144F		
		8	SO 12 F	8. Bündel Kabel 144F		
		7	SO 12 F	7. Bündel Kabel 144F		
	Anschlusbereich Vertikalspalz 14L Festlegung HE1 bis HE12	6	SO 12 F	6. Bündel Kabel 144F		
		5	SO 12 F	5. Bündel Kabel 144F		
		4	SO 12 F	4. Bündel Kabel 144F		
		3	SO 12 F	3. Bündel Kabel 144F		
		2	SO 12 F	2. Bündel Kabel 144F		
		1	SO 12 F	1. Bündel Kabel 144F		
		Dimensionierung				
		Verteilkabel:				
		Es werden nur die Anzahl Fasern aus dem Verteilkabel entnommen, die für die geplante Vollbestückung mit Splitter und PEP-Verbindungen vorgesehen sind. Weitere Reserven werden nicht entnommen. Die übrigen Fasern werden ungeschnitten weitergeführt.				

Ausbau Gf-NVt 24

Baureihe mitte A-Seite				
Bemerkung	Bau- gruppe n	Höhen- einheit t (HE)	Bauweise Kassette	Belegung Kassette
	Anschlusbereich Hausanschlusskabel	36	SO 12 F	HA 23
		35	SO 12 F	HA 21
		34	SO 12 F	HA 20
		33	SO 12 F	HA 19
		32	SO 12 F	HA 18
		31	SO 12 F	HA 17
		30	SO 12 F	HA 16
		29	SO 12 F	HA 15
		28	SO 12 F	HA 14
		27	SO 12 F	HA 13
		26	SO 12 F	HA 12
		25	SO 12 F	HA 11
		24	SO 12 F	HA 10
		23	SO 12 F	HA 9
		22	SO 12 F	HA 8
		21	SO 12 F	HA 7
		20	SO 12 F	HA 6
		19	SO 12 F	HA 5
		18	SO 12 F	HA 4
		17	SO 12 F	HA 3
		16	SO 12 F	HA 2
		15	SO 12 F	HA 1
	Splitter HF13	14		
		13	SE Splitter 1	2/32
		12	SO 12 F	12. Bündel Kabel 144F
		11	SO 12 F	11. Bündel Kabel 144F
		10	SO 12 F	10. Bündel Kabel 144F
		9	SO 12 F	9. Bündel Kabel 144F
		8	SO 12 F	8. Bündel Kabel 144F
		7	SO 12 F	7. Bündel Kabel 144F
		6	SO 12 F	6. Bündel Kabel 144F
		5	SO 12 F	5. Bündel Kabel 144F
		4	SO 12 F	4. Bündel Kabel 144F
		3	SO 12 F	3. Bündel Kabel 144F
		2	SO 12 F	2. Bündel Kabel 144F
		1	SO 12 F	1. Bündel Kabel 144F
Dimensionierung				
Verteilkabel:				
Es werden nur die Anzahl Fasern aus dem Verteilkabel entnommen, die für die geplante Vollbestückung mit Splitter und PEP-Verbindungen vorgesehen sind. Weitere Reserven werden nicht entnommen. Die übrigen Fasern werden ungeschnitten weitergeführt.				