



Technisches Konzept und Materialspezifikationen

BLS – Breitbandversorgungsgesellschaft im Landkreis
Sigmaringen mbH & Co.KG

05/2018

Vorwort

Die Breitbandversorgung ist ein wichtiger Baustein für die kommunale Infrastruktur, das Breitband ist für die Zukunftsfähigkeit einer Gemeinde unumgänglich. Die Breitbandversorgungsgesellschaft im Landkreis Sigmaringen mbH & Co. KG (weiter BLS) wurde mit dem Ziel gegründet, eine flächendeckende Breitbandversorgung für 38 Gesellschafter zu erschließen.

Unter der Genugtuung der Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz zur Breitbandförderung (VwV Breitbandförderung) wird für die BLS ein einheitliches Netzkonzept erstellt. Im Folgenden werden die wichtigsten Punkte zur Netzkonzeption in der Dokumentation „Technisches Konzept und Materialauswahl“ aufgezeigt.

Das Konzept unterscheidet zwischen der FTTC- und FTTB- Struktur. In der FTTC- Planung wird mit einer zweistufigen Netzwerktopologie geplant. Stufe eins stellt die Backbone- Ebene dar. Die Stufe zwei entspricht der Verbindung vom Point of Presence (POP)/Multifunktionsgehäuse (MFG) zum Kabelverzweiger (KVz) der Telekom.

In der FTTB – Planung ergibt sich eine mehrstufige Netzwerktopologie. Stufe eins stellt wie in der FTTC - Planung die Backbone-Ebene bis zum POP/MFG dar. Die zweite Stufe bildet die Verbindung vom POP/MFG zum Netzverteiler (NVt). Die nächste Stufe bildet die Verbindung vom NVt in das öffentliche Netz bis hin zum Hausanschluss. In der Planung der Leerrohre wird aus der Verbindung vom NVt bis zum Hausanschluss, zwei Ebenen gebildet.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	1
INHALTSVERZEICHNIS	2
FASERKONZEPT	4
TECHNISCHES KONZEPT IN ABBILDUNGEN ZUSAMMENGEFASST	5
<i>TECHNISCHES KONZEPT</i>	6
1.BACKBONE	6
1.1 Art und Größe der Leerrohre	6
1.2 Art und Größe LWL-Kabel in der Backbone-Ebene	6
1.3 Art und Größe der POP/MFG Standorte in der Backbone-Ebene	7
1.3.1 Konfiguration zentraler PoP	7
1.3.2 Konfiguration MFG	7
2. VERBINDUNG POP/MFG – KVZ-TELEKOM (NUR BEI FTTC-PLANUNG)	8
2.1 Art und Größe der Leerrohre	8
2.2 Art und Größe der LWL-Kabel	8
3. VERBINDUNG POP/MFG ZUM NVT ODER SCHACHT	9
3.1. Art und Größe der Leerrohre	9
3.2 Art und Größe LWL-Kabel	9
3.3 Art und Größe NVT	9
4. VERBINDUNG IM ÖFFENTLICHEN VERTEILNETZ	10
4.1 Art und Größe des Mikro-Rohrverbands	10
4.2 Art und Größe LWL-Kabel	10
5. PRIVATBEREICH/HAUSANSCHLUSS	11
5.1 Art und Größe des Mikrorohres	11
5.3 Erstellen eines Hausanschlusses	11
6. WEITERE MATERIAL DEFINITIONEN.	14
6.1 Kabelschächte	14
6.2 Muffen	14
6.3 Endstopfen und Doppelsteckmuffe	14
6.4 Hauseinführungen	14
6.5 Abschlussdose	14

MATERIALSPEZIFIKATIONEN	15
1. ANWENDUNGSBEREICH DES PRODUKTES	15
2 MIKRO-ROHR	16
2.1 Werkstoff	16
2.1.1 UV-Stabilität	16
2.1.2 Homogenität	16
2.2 Ausführung	16
2.2.1 Detailabmessung	16
2.3 Kennzeichnung	17
2.4 Thermische Eigenschaften	17
2.5 Verlegetemperatur	17
2.6 Mechanische Eigenschaften	18
2.7 Lieferform	18
3. MIKRO-ROHRVERBAND	19
3.1 Werkstoff	19
3.2 Ausführung	19
3.2.1 Mikro-Rohrverbund erdverlegbar 12x10 eng ummantelt	19
3.2.2 Mikro-Rohrverbund erdverlegbar 3x20 eng ummantelt	19
3.2.3 Mikro-Rohrverbund erdverlegbar 4x20 eng ummantelt	19
3.3 Kennzeichnung	20
3.4 Thermische Eigenschaften	20
3.5 Verlegetemperatur	20
3.6 Mechanische Eigenschaften	20
3.7 Lieferform	21
4. ANBAUTEILE	22
4.1 Doppelsteckmuffen transparent permanent	22
4.2 Endstopfen transparent permanent	22

Faserkonzept

Landkreis Sigmaringen, Konstanz, Biberach, Tuttlingen

Privat

Anzahl Fasern = Anzahl WE x 3 + Geb x 1

Aktiv = Anzahl WE x 1 + Geb x 1

Reserve = Anzahl WE x 2 + Geb x 0

Gewerbe

Anzahl Fasern = Anzahl WE x 3 + Geb x 1

Aktiv = Anzahl WE x 1 + Geb x 1

Reserve = Anzahl WE x 2 + Geb x 0

Landkreis Reutlingen

Privat

Anzahl Fasern = Anzahl WE x 3 + Geb x 1

Aktiv = Anzahl WE x 2 + Geb x 1

Reserve = Anzahl WE x 2 + Geb x 0

Gewerbe

Anzahl Fasern = Anzahl WE x 4 + Geb x 2

Aktiv = Anzahl WE x 2 + Geb x 2

Reserve = Anzahl WE x 2 + Geb x 0

Technisches Konzept in Abbildungen zusammengefasst

Technisches Konzept - Leerrohre

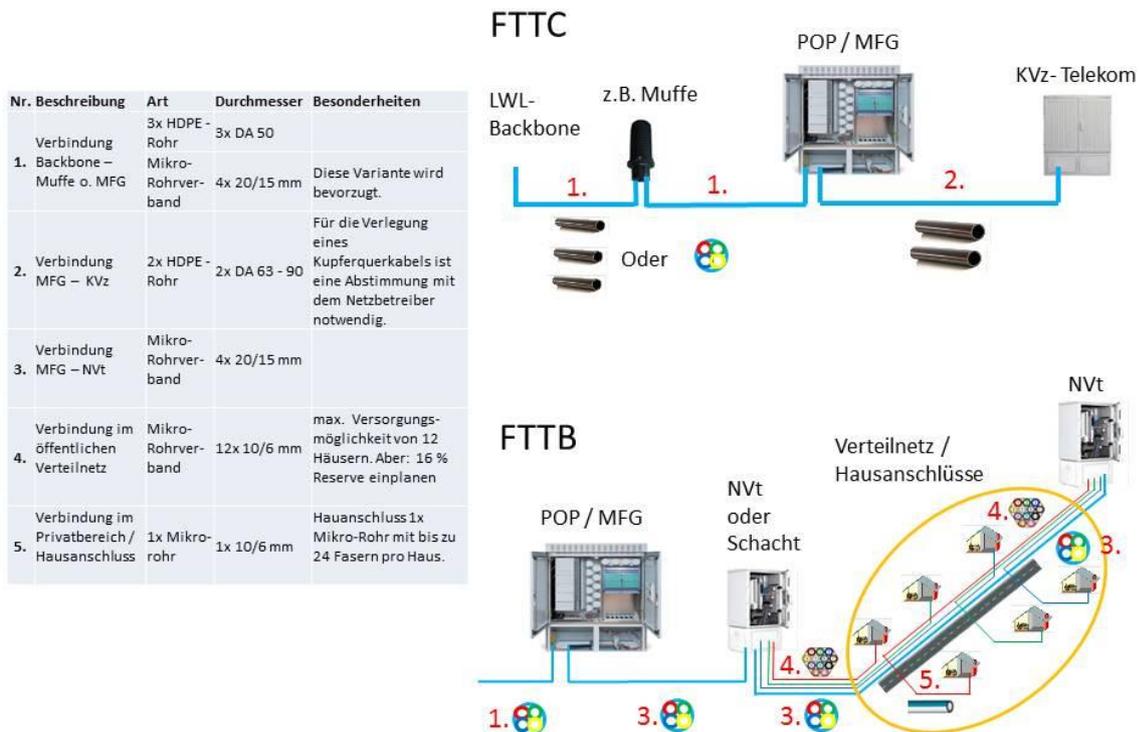


Abbildung 1: Technisches Konzept der Leerrohrplanung

Technisches Konzept - Kabel

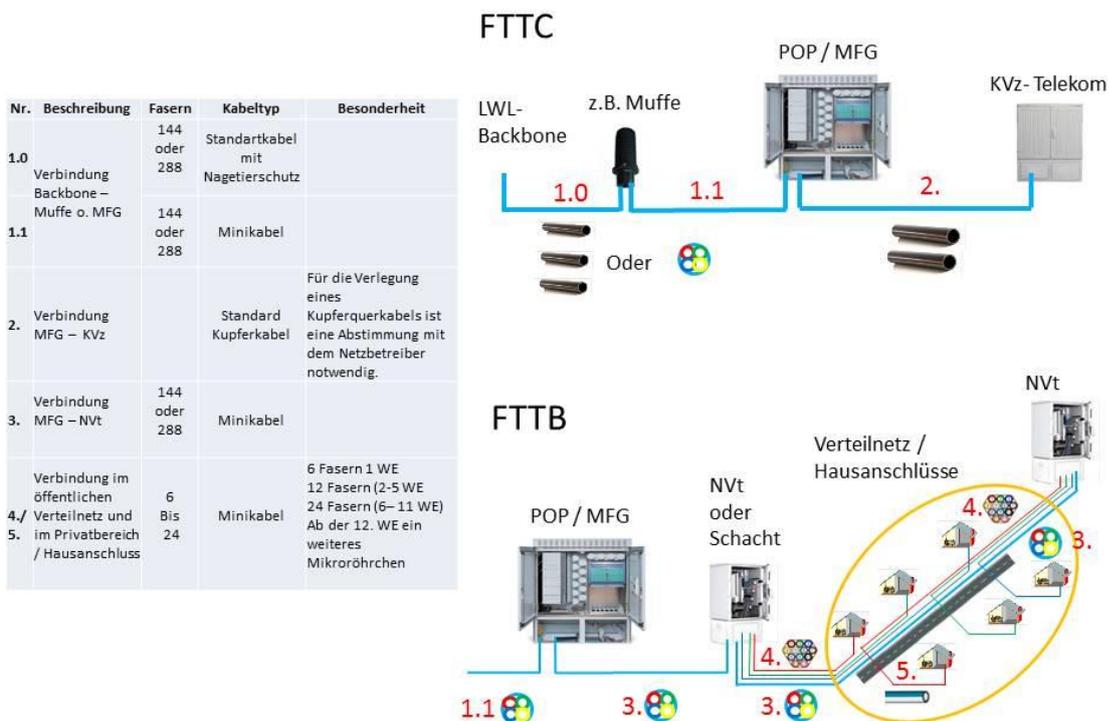


Abbildung 2: Technisches Konzept der Kabelplanung

Technisches Konzept

In den folgenden Kapiteln werden die verwendeten Rohr- und Kabeltypen sowie wichtige Planungsprämissen dargestellt. Dabei erfolgt eine Unterteilung nach den verschiedenen Netzwerkebenen.

1.Backbone

1.1 Art und Größe der Leerrohre

In der Backbone-Ebene wird festgelegt, dass zwei Varianten an Leerrohren verlegt werden können. Zum einen wird ein 3-fach HDPE-Rohr (3xDA 50) und zum anderen ein Mikro-Rohrverband der Größe 4x20/15 mm mit Farbcode nach DIN VDE 0888, in der Konzeption zugelassen. Die Variante mit dem Mikro-Rohrverband 4x20/15 mm soll bevorzugt verwendet werden. Mit der Verlegung eines Mikro-Rohrverbandes 4x20/15 mm wird ein Mikrorohr als Reserve vorgehalten. Durch das Reserverohr ist gewährleistet, dass derzeit nicht vorgesehene Bereiche zukünftig über einen eigenen POP/MFG angeschlossen werden können.

Tabelle 1: Leerrohrtyp in der Backbone-Ebene

Anzahl Rohre im Verband	Anzahl Reserverohr	Dimension (AD/ID) [mm]
3		108/39
4	1	20/15

1.2 Art und Größe LWL-Kabel in der Backbone-Ebene

Für die LWL-Kabelplanung werden in der Backbone-Ebene Kabel mit dem DIN VDE 0888 Farbcode, sowie der folgenden Faseranzahl vorgesehen:

- 144 Fasern
- 288 Fasern

Wurde in der Leerrohrkonzeption ein 3-fach HDPE Rohr vorgesehen so ist ein Standardkabel mit Nagetierschutz zu verwenden. Wurde hingegen ein Mikro-Rohrverband 4x20/15 mm vorgesehen, so muss ein Minikabel verwendet werden.

Die in der Planung vorgesehene max. Einblasdistanz beträgt 1.500 m. Bei längeren Übertragungsnetzstrecken werden s.g. Einziehschächte vorgesehen. Die Einziehschächte werden im Kapitel 6.1 genauer definiert.

Damit bei einer unvorhergesehenen Gebietserweiterung noch Fasern zur Verfügung stehen, werden als Reserve pauschal pro POP/MFG 10% mehr Fasern in der Backbone-Ebene mehr geplant.

1.3 Art und Größe der POP/MFG Standorte in der Backbone-Ebene

Die Art und Größe der POP/MFG Standorte hängt maßgeblich von der Anzahl der zu versorgenden Gebäude und deren Wohn- bzw. Geschäftseinheiten ab. Des Weiteren spielen die geografischen Gegebenheiten eine wichtige Rolle. In der Planung wird zwischen zwei Arten von POP/MFG Standorten unterschieden; In abgelegenen Ortsteilen und Wohn- und Geschäftseinheiten ist es von Vorteil ein MFG zu installieren, da hierdurch die Kosten für Rohre und Kabel in der Backbone-Ebene reduziert werden können. In dichter Bebauung ist aufgrund des hohen Faserbedarfs, die POP Lösung vorzuziehen.

1.3.1 Konfiguration zentraler PoP

- In einem POP können max. 9.000 aktive Ports installiert werden.
- Im optischen Hauptverteiler (ODF) wird nur die Kapazität für die notwendigen (aktiven) Fasern vorgehalten.
- Standorte können als Containerlösung bzw. in geeigneten Räumen innerhalb von öffentlichen Gebäuden (Verwaltungsgebäude, Schulen, KiTa usw.) errichtet werden. Geeignete Räumen müssen mindestens die folgenden Standards erfüllen:
Die Räume müssen 24 Stunden am Tag für den Netzbetreiber frei zugänglich sein
Kabel- / Rohrzuführung von außen
Erfüllung der brandschutztechnischen Anforderungen
Die Räume müssen trocken und die Möglichkeit der Errichtung einer Klimatisierung muss gegeben sein.

1.3.2 Konfiguration MFG

- Für die Standorte wird ein Gehäuse mit den Abmessungen (BxHxT in mm) von ca. 2000x1600x500 vorgesehen. Dies entspricht dem MFG 18-Gehäuse
- Die max. Anzahl der Ports wird auf 800 beschränkt.
- Im ODF wird nur die Kapazität für notwendige (aktive) Fasern vorgehalten.
- Für die Realisierung der aktiven Technik werden baugruppenträger (Shelf, BGT) mit max. 8 Steckplätzen für Portkarten mit 36 Ports vorgesehen.
- Ein MFG kann bspw. in der Nähe eines bereits mit FTTC erschlossenen KVz errichtet werden. Der Vorteil ist, dass notwendige Backbone-Zuführungen bereits vorhanden sind (i.d.R. werden zwei bis vier Fasern benötigt).

Im Betrachtungsgebiet wurde bereits eine Backbone-Planung mit Ermittlung möglicher POP/MFG Standorte durchgeführt. In der weiteren Planung werden Standorte nach den oben genannten Kriterien validiert.

2. Verbindung POP/MFG – KVz-Telekom (nur bei FTTC-Planung)

2.1 Art und Größe der Leerrohre

In der FTTC-Planung für die Verbindung vom POP/MFG zum Telekom-KVz wird festgelegt, dass ein 2-fach HDPE-Rohr (2xDA 63-90) verlegt wird.

Tabelle 2: Leerrohrtyp in der Verbindung POP/MFG – KVz-Telekom

Anzahl Rohre im Verband	Anzahl Reserverohr	Dimension (AD/ID) [mm]
2		

2.2 Art und Größe der LWL-Kabel

In das 2-fach HDPE-Rohr wird ein Standard Kupferkabel eingezogen. Für die Verlegung eines Kupferquerkabels ist eine Abstimmung mit dem Netzbetreiber notwendig.

3. Verbindung POP/MFG zum NVt oder Schacht

3.1. Art und Größe der Leerrohre

Um eine Verbindung zwischen dem POP/MFG und dem NVt in der FTTB-Planung erstellen zu können, wird festgelegt, dass ein Mikro - Rohrverband mit der Größe 4x20/15 mm mit Farbcode nach DIN VDE 0888, verlegt wird. Wie in der Backbone-Ebene gilt, dass ein Mikrorohr als Reserve vorgehalten wird.

Tabelle 3: Rohrverbandstyp in der Hauptkabelebene

Anzahl Röhren im Verband	Anzahl Reserveröhren	Dimension (AD/ID) [mm]
4	1	20/15

3.2 Art und Größe LWL-Kabel

Für die LWL-Kabelplanung werden folgende Minikabeltypen mit DIN VDE 0888 Farbcode, mit nachfolgender Faseranzahl festgelegt:

- 144 Fasern
- 288 Fasern

Die in der Planung zu berücksichtigende max. Einblasdistanz beträgt 1.500 m. Bei längeren Verbindungsstrecken werden Einziehschächte (siehe Kapitel 6.1) vorgesehen.

Damit bei einer unvorhergesehenen Gebietserweiterung noch Fasern zur Verfügung stehen, werden als Reserve pauschal pro NVt 10% mehr Fasern geplant.

3.3 Art und Größe NVt

Der zum Einsatz kommende NVt soll max. 72 Mikroröhren aufnehmen können. Um ausreichend Reserve vorzuhalten, wird die max. Anzahl der in einem NVt-Cluster zusammengefassten Gebäude auf max. 60 begrenzt. Die Reserven sind für nicht vorhersehbare Gebäude bzw. für kleinere Clusteranpassungen vorgesehen.

Als NVt werden Schränke mit der Abmessung (BxHxT in mm) von ca. 754x998x310 vorgesehen. Die Bodenplatte zur Einführung der Mikroröhren sollte im Abgang eine Matrix von 75x10 aufweisen und im Zugang min. eine Matrix von 4x12-20mm besitzen. Schränke sind gegenüber einer Schachtlösung kostengünstiger. In dichtbebauten Bereichen, wo die Errichtung eines Schrankes nicht möglich ist, kann eine Schachtlösung inklusive Muffe (siehe Kapitel 6.2) errichtet werden.

4. Verbindung im öffentlichen Verteilnetz

4.1 Art und Größe des Mikro-Rohrverbands

Im öffentlichen Verteilnetz wird festgelegt, dass ein Mikro-Rohrverband mit 12x10/6 mm eingesetzt wird. Zwei Mikroröhrchen werden als Reserve vorgehalten.

Tabelle 4: Rohrverbandstyp in der Verteilkabelebene

Anzahl Röhrchen im Verband	Anzahl Reserveröhrchen	Dimension (AD/ID) [mm]
12	2	10/6

In der Längstrasse werden ausschließlich 12er-Mikro-Rohrverbände mit der Farbcodierung nach DIN VDE 0888 vorgesehen.

4.2 Art und Größe LWL-Kabel

Für die Verteilkabelebene werden folgende Minikabeltypen geplant:

- 12 Fasern (bis 12 WE)
- 24 Fasern (ab 12 WE)

Die in der Planung festgelegte max. Einblasdistanz beträgt 800m, da im öffentlichen Verteilnetz die Häufigkeit von Abzweigen gegenüber der Verbindung POP/MFG zum NVt, deutlich höher ist. Bei längeren Verteilkabelstrecken werden s.g. Einziehschächte vorgesehen. Der genaue Typ der Einziehschächte wird zu einem späteren Zeitpunkt definiert.

5. Privatbereich/Hausanschluss

5.1 Art und Größe des Mikrorohres

In der Hausanschlussebene (Abzweig zum Gebäude) kommen ausschließlich Einzelmikrorohre des Types 10/6 mm (Außendurchmesser/Innendurchmesser) zum Einsatz. Für bis zu 11 Wohneinheiten wird ein Mikroröhrchen vorgesehen. Sind in einem Gebäude mehr als 11 WE wird ein zweites bzw. drittes Mikrorohr mit entsprechenden Kabeln geplant.

5.2 Art und Größe LWL-Kabel

Das LWL Kabel für den Hausanschluss kommt aus dem öffentlichen Verteilnetz. Siehe Kapitel 4.2. sowie Abbildung 2.

5.3 Erstellen eines Hausanschlusses

1. Mantel öffnen

Sie müssen einen geeigneten Mantelöffner verwenden. Gleitschuhklinge in den Mantel drücken und Mantelöffner mit sanftem Druck entlangziehen. Darauf achten, die innenliegenden Einzelrohre nicht zu beschädigen. Je nach Verbund ca. 60 – 120 cm öffnen.



Abbildung 3: Mantelöffner mit Gleitschuh



Abbildung 4: Mantel öffnen

Quelle: Rehau

2. Mikroröhrchen abtrennen

Im geöffneten Verbund sind die Einzelrohre gut zugänglich. Mit einem geeigneten Rohrschneider das abzweigende Mikroröhrchen durchtrennen. Das durchzuschneidende Mikroröhrchen ist am Farbstreifen (Farbcode nach DIN VDE 0888) erkennbar.



Abbildung 5: Rohrschneider



Abbildung 6: Durchtrennen eines Mikroröhrchens
Quelle: Rehau

Hinweis: Anderweitige Werkzeuge wie bspw. Seitenschneider können Quetschungen an der Schnittstelle verursachen. Ein reibungsloses Einblasen/Einziehen des Kabels ist hierdurch nicht mehr gewährleistet.

3. Endstopfen und Doppelsteckmuffe setzen

Doppelsteckmuffe auf abzweigendes Einzelrohr stecken und mit dem vorbereiteten Mikroröhrchen verbinden. Das zweite Ende des im Verbund weiterlaufenden, unbelegten Mikrokabelröhrchens muss mit einem Endstopfen abgedichtet werden.



Abbildung 7: Endstopfen und Doppelsteckmuffe setzen
Quelle: Rehau

4. Abzweig setzen

Doppelsteckmuffen dürfen nur auf gerader Strecke und nicht in Biegungen gesetzt werden. Der Verlege-Radius des Hausanschlusses darf ein Meter nicht unterschreiten. Für eine sichere Rohrführung kann eine Abzweighilfe eingesetzt werden. Der aufgetrennte Mantel wird Abschließend mit Kabelbindern oder Isolierband wieder geschlossen.



Abbildung 8: Hausanschluss, Abzweig setzen
Quelle:Rehau

6. Weitere Material Definitionen.

6.1 Kabelschächte

Die zu verwendenden Kabelschächte eignen sich als Zug- sowie Abzweigschächte und. Sie müssen ein mindest Außenmaß von 700 x1300 mm haben (Lichtes Maß 550x1165 mm). Desweiteren müssen die zu verwendenden Kabelschächte einen Wasserablauf im Schachtboden aufweisen und die Schachtabdeckung muss mind. Tragwasserdicht sein. Des Weiteren muss die Schachtabdeckung mit einer Lic Lock Schließung versehen sein. Hinzukommt, dass die Schachtabdeckung Stahlbeton als Material aufweisen muss.

Muss in der Planung Platz für bspw. mehrere Muffen in einem Schacht berücksichtigt werden, so muss der Schacht dementsprechend größer gewählt werden.

In der Kabelplanung gilt zu berücksichtigen, dass jeweils **30 m Kabelüberlängen** als Montagereserve im fixierten Ring in geeigneter Form in jedem verbauten Zug- sowie Abzweigschacht abzulegen ist.

6.2 Muffen

Muss eine Muffe in das Netzeingebracht werden, so ist darauf zu achten, dass eine Gel-Muffe für Glasfasertechnik verwendet wird.

6.3 Endstopfen und Doppelsteckmuffe

Endstopfen, die zum Verschließen von Mikro-Rohren dienen und Doppelsteckmuffen welche zum Verbinden der Mikro-Rohre dienen, müssen den nachfolgenden Bedingungen nachkommen:

- transparent
- permanent
- Herausnehmbarer Sicherungsring
- müssen lös- und wiederverwendbar sein

6.4 Hauseinführungen

Damit Gebäude schnell und einfach an das Glasfasernetz angeschlossen werden können, werden für ein Einzelröhrchen Hauseinführungen benutzt die für die Anwendung im Keller oder zur oberirdischen Anwendung geeignet sind. Auch Futterrohre können genutzt werden. Alle drei Hauseinführungsarten müssen dem Anspruch Gas- und Druckwasserdicht genügen. Wird das Mikroröhrchen mit einer anderen Sparte wie Strom, Gas, Wasser oder Wärme in das Haus verlegt, so ist eine entsprechende Mehrsparteneinführung oder ein Manschettenstopfen zu verwenden.

6.5 Abschlussdose

Für die Abschlussdose im Haus wird festgelegt, dass sie Gasdicht sein muss. Das Anbringen eines Gasstops muss möglich sein. Des Weiteren muss die Abschlussdose eine Spleißkassette beinhalten und sie muss Abschließbar sein.

Materialspezifikationen

Die vorliegenden Materialspezifikationen verstehen sich als Auflistung des Anforderungsprofils für das zum Einsatz gelangende Produkt. Der Mikrokabelrohrverbund, das Mikro-Rohr sowie die erforderlichen Anbauteile haben den angeführten Normen zu entsprechen. Die BLS kann nicht gewährleisten, dass alle in den aufgelisteten Materialspezifikationen enthaltene Forderungen, Vorschriften, Richtlinien und Normen frei von Schutzrechten Dritter sind.

1. Anwendungsbereich des Produktes

Der Mikro-Rohrverband, Mikro-Rohr sowie die Anbauteile dienen zur Aufnahme von Lichtwellenleiterkabeln bis zu einem max. Durchmesser von 4,6mm beim 10/6 Rohr und von 12,5mm beim 20/15mm Rohr, die nach erfolgter Verlegung eingeblasen bzw. eingejettet werden. Mikro-Rohrverband, Mikro-Rohr und Anbauteile sind erdverlegbar und sind nach Angaben des Herstellers zu verlegen. Das Mikro-Rohr wird in erster Linie zum Abzweig aus dem Mikro-Rohrverband verwendet.

Grundlegende Systemeigenschaften:

- Wasser- und Gasdichtigkeit von mind. 0,5 bar (Kabel zu Mikro-Rohr zu Kabelschutzrohr bzw. Rohrverbandsmantel zu Umgebung bzw. untereinander)
- Teilbarkeit einzelner, im Folgender beschriebener Anbauteile

2 Mikro-Rohr

2.1 Werkstoff

Polyethylen hoher Dichte (PE-HD). Die einzelnen Gemengekomponenten und deren Zusammensetzungsverhältnisse sind dem Hersteller bekannt und werden der BLS auf Wunsch für Überprüfungs-zwecke – insbesondere bei Unklarheiten zur Weitergabe an autorisierte Prüfanstalten – mitgeteilt.

Das Mikro-Rohr ist nach DIN 0874/8075 oder DIN 16874:2012-07 im Extrusionsverfahren herzustellen. Die Grundfärbung des Mikro-Rohres ist grundsätzlich durchgehend homogen und in der Farbe transparent durchscheinend herzustellen.

2.1.1 UV-Stabilität

Die UV-Stabilisierung* des Mikro-Rohres für Freilagerung auf Spulen hat größer 2 Jahre zu sein.

Prüfung UV Stabilität:

Die Freilagerbeständigkeit bzw. UV-Stabilität muss einer 2-jährigen Außenlager in Südeuropa entsprechen und ist nach DIN EN ISO 4892-2 zu prüfen. Die Mikro-Rohre sind nach der Bewitterung einem Zeitstandstest nach DIN EN 1167 Teil 1 und 2:2006-05 mit Bewertung nach DIN 8075 zu unterziehen, welcher zu bestehen ist.

2.1.2 Homogenität

Inhomogenitäten wie Blasen, Lunker und Fremdkörper dürfen nicht größer als 0,02 mm² sein.

Im Hinblick auf den von der BLS geforderten Qualitätsstandart (1A-Ware) der zum Einsatz gelangender Mikro-Rohres ist die Zumischung von Regenerat bzw. Recyclat nicht zulässig.

2.2 Ausführung

Der Querschnitt des Mikro-Rohres ist Kreisrund. Hierbei muss das Mikro-Rohr an der Rohraußenoberfläche sauber und glatt sein. Die Rohrwand darf keine Krusten, Hohlstellen, Löcher oder Inhomogenität aufweisen. Es dürfen keine Fremdkörpereinschlüsse vorhanden sein. Die Mikro-Rohr muss über eine Innenrillung (längsrillen) verfügen die es ermöglichen, ein Mikro-LWL-Kabel unterschiedlicher Ausführung mittel Einblas-Vorgang in das Mikro-Rohr über eine möglichst große Länge einzubringen.

2.2.1 Detailabmessung

Größe des Mikro-Rohres	Außendurchmesser/ Zulässige Toleranzen	Wandstärke/ Zulässige Toleranzen	Anzahl der Rillen/ Rillentiefe/ Zulässige Toleranz	Zulässige Querschnittsovalität vor dem Auftrommeln
10x2,0	10,00 mm/ -0,0 mm /+0,1 mm	2,0 mm -0,0 mm /+0,1mm	ca. 35 Stk. 0,1mm -0,05 mm	Max 0,2 mm
20x2,5	20,00 mm -0,0 mm /+0,15 mm	2,5 mm -0,0 mm /+0,1mm	ca. 100 Stk 0,1 mm -0,05 mm	Max 0,3 mm

Gemessen wird zwischen Außenoberfläche und Wellenspitze der inneren Rillung an mindestens vier gleichmäßig über den Kreisumfang des Schutzrohres verteilten Stellen.

2.3 Kennzeichnung

Zur Unterscheidung der einzelnen Mikro-Rohre im Verband müssen folgende Farben einzeln oder in Kombination lieferbar sein:

- | | |
|--------|---------|
| • Rot | Braun |
| • Grün | Violett |
| • Blau | Türkis |
| • Gelb | Schwarz |
| • Weiß | Orange |
| • Grau | Pink |

Am Rohr sind farbige Kennstreifen (mind. 2 Streifen, diametral angeordnet) mit zu extrudieren, die eine eindeutige Transparenz (Kabelbelegung) und Farbkennung ermöglichen.

Die Beschriftung des Mikro-Rohres muss als fortlaufende Signierung ausgeführt sein, welche folgende Information in nachstehender Reihenfolge beinhaltet:

- Name des Herstellers bzw. deren Kurzzeichen oder Firmensymbol
- Produktbezeichnung / Dimension/ Werkstoff/ Nenndruckstufe/ Herstelldatum (in Kurzform)
- Laufendes Metermaß von 0 bis 9999 mit Meterkürzel „m“. Ein Beginn mit „0“ bei Rollenbeginn ist nicht erforderlich, Je Rolle darf eine Maßzahl nur einmal vorkommen.

Die Kennzeichnung ist nach DIN 1451 dauerhaft im Abstand von max. 1 m längs zur Rohrachse aufzubringen.

2.4 Thermische Eigenschaften

Aufgrund des Werkstoffes HD-PE ist im verlegten Zustand für das Mikro-Rohr eine

- Dauertemperatur bis mindestens +70°C und eine
- Kältebeständigkeit bis ca. -40°C gegeben.

2.5 Verlegetemperatur

Eine Verlegung muss im Temperaturbereich von -10°C bis +40°C unter Berücksichtigung der zulässigen Biegeradien möglich sein. Kältebedingte Materialfestigkeiten und Orientierung sind unumgänglich. Bei Verlegung der Rohre unterhalb des Gefrierpunktes sind die Rohre in beheizten Hallen bis zur Verlegung zu temperieren.

2.6 Mechanische Eigenschaften

Größe d. Mikro- Rohres	Reiß- Festigkeit*	Zeitstandfestigkeit* nach EN 921 bzw. DIN EN ISO 1167 (DIN 8075)	Scheiteldruckfestigkeit (in Anlehnung an EN 50086 – 2- 4)	Berst- Druck*	Mindest- biegeradius
10x2,0	Mind. 750 N bei 20°C	Sigma 4 N/mm ₂ ; 170h/80°C	>3.500 N bei 20°C	Mind. 60 bar bei 20°C	Bei freier Biegung: 10x Durchmesser Mikro-Rohr; bei geführter Biegung: 65mm
20x2,5	Mind. 1.900 N Bei 20°C	Sigma 4 N/mm ₂ ; 170h/80°C	>2.000 N bei 20°C	Mind. 40 bar bei 20°C	Bei freier Biegung; 10x Durchmesser Mikro-Rohr; bei geführter Biegung: 65mm

Prüfung Zeitstandfestigkeit:

Gemäß EN 921 bzw. DIN EN ISO 1167 Teil 1 und 2 (DIN 8075)

Diese Prüfung ist kontinuierlich je Extruder bei Produktionsstart, Dimensionswechsel oder Chargenwechsel durchzuführen und nachhaltig zu dokumentieren.

Prüfung Berstdruck:

Das Mikro-Rohr ist mit Wasser zu befüllen und einseitig zu verschließen. Anschließend wird am anderen Rohr-Ende der Druck bis zum Bersten erhöht.

Prüfung Reißfestigkeit:

Die freien Enden eines Mikro-Rohres sind in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Abzugsgeschwindigkeit von 100 mm/min ein Kraft-Wegdiagramm aufzuzeichnen.

2.7 Lieferform

Die Lieferlängen sind an beiden Enden (rechtwinklig zur Rohrachse geschnitten) mit je einer Verschlusskappe zu verschließen. Diese Verschlusskappen sind so fest anzubringen, dass bei Transport- und Verlademanipulationen nicht verloren gehen. Jede Lieferlänge ist mit einem dauerhaften Etikett (Beschriftung mit unverwischbarer Farbe) zu beschildern, das nachstehende Informationen aufweist:

- Name der Herstellerfirma bzw. deren Kurzzeichen od. Firmensymbol
- Produktbezeichnung
- Artikelnummer
- Lieferlänge in m
- Bezeichnung der Charge bzw. Herstellungsdatum (Tag/Monat/Jahr)
- Lieferdatum (Tag/Monat/Jahr)
- Fortlaufende Gebindenummer

3. Mikro-Rohrverband

3.1 Werkstoff

Polyethylen hoher Dichte (PE-HD). Die einzelnen Gemengekomponenten und deren Zusammensetzungsverhältnisse sind dem Hersteller bekannt und werden der BLS auf Wunsch für Überprüfungs-zwecke – insbesondere bei Unklarheiten zur Weitergabe an autorisierte Prüfanstalten – mitgeteilt.

Das Mikro-Rohr ist nach DIN 0874/8075 oder DIN 16874:2012-07 im Extrusionsverfahren herzustellen. Die Grundfärbung des Mikro-Rohres ist grundsätzlich durchgehend homogen und in der Farbe transparent durchscheinend herzustellen.

Die UV-Stabilisierung und die Homogenität der enthaltenen Mikro-Rohre haben den Anforderungen in Punkt 2.1 und Unterpunkten zu entsprechen.

3.2 Ausführung

Die einzelnen Mikrorohre sind mit dem Mantelrohr eng ummantelt und bilden einen flexiblen Rohrverband. Aufgrund der gas- und wasserdichten Anbauteile besteht die Möglichkeit ein druck- und wasserdichtes Rohrsystem zu bilden. Der Mikro-Rohrverband besteht aus einem Mantelrohr ist zur direkten Erdverlegung bzw. zum Einziehen in bestehende Rohrtrassen geeignet. Die Manteloberfläche muss sauber und glatt sein. Die Mantelwand darf keine Krusten, Hohlstellen, Löcher oder Inhomogenität aufweisen. Es dürfen keine Fremdkörpereinschlüsse vorhanden sein.

Detailabmessung der Ummantelung:

- Wandstärke: 0,6 mm
- Zulässige Toleranzen: -0,0 mm / +0,3 mm

3.2.1 Mikro-Rohrverbund erdverlegbar 12x10 eng ummantelt

Das Mantelrohr ist gefüllt mit 12 Stück erdverlegbaren Mikro-Rohren 10x2,00. Die farbigen Kennstreifen sind nach dem DIN 0888 Farbcode anzubringen. Die Mikro-Rohre (technische Daten siehe Punkt 2) im Rohrverband müssen über eine Innenrillung (Längsrillen) verfügen, die es ermöglicht, ein Mikro-LWL-Kabel unterschiedlicher Ausführung mittels eines Einblas-Vorganges in das Mikro-Rohr über eine möglichst große Länge einzubringen. Der Mantel ist in der Farbe grün, orange und rot auszuführen.

3.2.2 Mikro-Rohrverbund erdverlegbar 3x20 eng ummantelt

Das Mantelrohr ist gefüllt mit 3 Stück erdverlegbaren Mikro-Rohren 20x2,50. Die farbigen Kennstreifen sind nach dem DIN 0888 Farbcode anzubringen. Die Mikro-Rohre (technische Daten siehe Punkt 2) im Rohrverband müssen über eine Innenrillung (Längsrillen) verfügen, die es ermöglicht, ein Mikro-LWL-Kabel unterschiedlicher Ausführung mittels eines Einblas-Vorganges in das Mikro-Rohr über eine möglichst große Länge einzubringen. Der Mantel ist in der Farbe grün, orange, grau und rot auszuführen.

3.2.3 Mikro-Rohrverbund erdverlegbar 4x20 eng ummantelt

Das Mantelrohr ist gefüllt mit 4 Stück erdverlegbaren Mikro-Rohren 20x2,50. Die farbigen Kennstreifen sind nach dem DIN 0888 Farbcode anzubringen. Die Mikro-Rohre (technische Daten siehe Punkt 2) im Rohrverband müssen über eine Innenrillung (Längsrillen) verfügen, die es ermöglicht, ein Mikro-LWL-Kabel unterschiedlicher Ausführung mittels eines Einblas-

Vorganges in das Mikro-Rohr über eine möglichst große Länge einzubringen. Der Mantel ist in der Farbe grün, orange, grau und rot auszuführen.

3.3 Kennzeichnung

Die Beschriftung des Mikro-Rohres muss als fortlaufende Signierung ausgeführt sein, welche folgende Information in nachstehender Reihenfolge beinhaltet:

- Name des Herstellers bzw. deren Kurzzeichen oder Firmensymbol
- Produktbezeichnung / Dimension/ Werkstoff/ Nenndruckstufe/ Herstellungsdatum (in Kurzform)
- Laufendes Metermaß von 0 bis 9999 mit Meterkürzel „m“. Ein Beginn mit „0“ bei Rollenbeginn ist nicht erforderlich, Je Rolle darf eine Maßzahl nur einmal vorkommen.

Die Kennzeichnung ist nach DIN 1451 dauerhaft im Abstand von max. 1 m längs zur Rohrachse aufzubringen.

3.4 Thermische Eigenschaften

Aufgrund des Werkstoffes HD-PE ist im verlegten Zustand für den Mikro-Rohrverband eine

- Dauertemperatur bis mindestens +70°C und eine
- Kältebeständigkeit bis ca. -40°C gegeben.

3.5 Verlegetemperatur

Eine Verlegung muss im Temperaturbereich von -10°C bis +40°C unter Berücksichtigung der zulässigen Biegeradien möglich sein. Kältebedingte Materialfestigkeiten und Orientierung sind unumgänglich. Bei Verlegung der Rohre unterhalb des Gefrierpunktes sind die Rohre in beheizten Hallen bis zur Verlegung zu temperieren.

3.6 Mechanische Eigenschaften

Die Rohrverbände müssen nachfolgende Anforderungen erfüllen:

Größe des Mikro-Rohrverbandes	Zugfestigkeit (max. empfohlene Zugkraft)	Zeitstandfestigkeit nach EN 921 bzw. DIN 8075	Mindestbiegeradius
12x10	5.700 N bei 20°C	Sigma 4 N/mm ₂ ; 170h /80°C	1000 mm bei 20°C 2000 mm bei 10°C 2500 mm bei 0°C
3x20	4.300 N bei 20°C	Sigma 4 N/mm ₂ ; 170h /80°C	1000 mm bei 20°C 2000 mm bei 10°C 2500 mm bei 0°C
4x20	5.600 N bei 20°C	Sigma 4 N/mm ₂ ; 170h /80°C	1000 mm bei 20°C 2000 mm bei 10°C 2500 mm bei 0°C

Prüfung Zeitstandfestigkeit:

Gemäß EN 921 bzw. DIN EN ISO 1167 Teil 1 und 2 (DIN 8075)

Diese Prüfung ist kontinuierlich je Extruder bei Produktionsstart, Dimensionswechsel oder Chargenwechsel durchzuführen und nachhaltig zu dokumentieren.

3.7 Lieferform

Die Lieferlängen sind an beiden Enden (rechtwinklig zur Rohrachse geschnitten) mit je einer Verschlusskappe zu verschließen. Diese Verschlusskappen sind so fest anzubringen, dass bei Transport- und Verlademanipulationen nicht verloren gehen. Jede Lieferlänge ist mit einem dauerhaften Etikett (Beschriftung mit unverwischbarer Farbe) zu beschildern, das nachstehende Informationen aufweist:

- Name der Herstellerfirma bzw. deren Kurzzeichen od. Firmensymbol
- Produktbezeichnung und Dimension
- Artikelnummer
- Lieferlänge in m
- Bezeichnung der Charge bzw. Herstellungsdatum (Tag/Monat/Jahr)
- Lieferdatum (Tag/Monat/Jahr)
- Fortlaufende Gebindenummer
- Prüfkennzeichnung (Mikro-Rohr druckgeprüft, Durchgängigkeit geprüft)

4. Anbauteile

4.1 Doppelsteckmuffen transparent permanent

Diese dienen zum Verbinden von Mikro-Rohren (mit einem Durchmesser von 10, 20 mm). Sie müssen lös- und wiederverwendbar sein.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Betriebsdruck bis 15 bar
- Berstdruck* ≥ 30 bar
- Beständig gegen übliche Gleitmittel im Bereich der Pneumatik
- Beständig gegen im natürlichen Erdreich vorkommenden Säuren, Salze und Laugen
- Herausnehmbarer Sicherungsring
- Unbegrenzter Montageeinsatz im Temperaturbereich von -5 bis $+50^{\circ}\text{C}$. Bei Temperaturen um den Gefrierpunkt, vor Montage Lagerung in geheizten Räumen.
- Anforderungsprofil nach DIN EN 50 411-2-8:2009

Prüfung Berstdruck:

Das Mikro-Rohr ist mit Wasser zu befüllen und einseitig zu verschließen. Anschließend wird am anderen Rohr-Ende der Druck bis zum Bersten erhöht.

Prüfung Abzugsfestigkeit:

Zwei Mikro-Rohr Stücke sind mit einer Doppelsteckmuffe zu verbinden. Die freien Rohrenden sind in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Abzugsgeschwindigkeit von 100 mm/min ein Kraft-Wegdiagramm aufzuzeichnen.

4.2 Endstopfen transparent permanent

Diese dienen zum Verschließen von Mikro-Rohren (mit einem Durchmesser von 10, 20 mm) Sie müssen lös- und wieder verwendbar sein.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Betriebsdruck bis 15 bar
- Berstdruck* ≥ 30 bar
- Beständig gegen übliche Gleitmittel im Bereich der Pneumatik
- Beständig gegen im natürlichen Erdreich vorkommenden Säuren, Salze und Laugen
- Herausnehmbarer Sicherungsring
- Unbegrenzter Montageeinsatz im Temperaturbereich von -5 bis $+50^{\circ}\text{C}$. Bei Temperaturen um den Gefrierpunkt, vor Montage Lagerung in geheizten Räumen.
- Anforderungsprofil nach DIN EN 50 411-2-8:2009

Prüfung Berstdruck:

Das Mikro-Rohr ist mit Wasser zu befüllen und einseitig zu verschließen. Anschließend wird am anderen Rohr-Ende der Druck bis zum Bersten erhöht.

Prüfung Abzugsfestigkeit:

Ein Mikro-Rohr ist mit einem Endstopfen zu versehen. Das freie Rohrende ist in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer

Abzugsgeschwindigkeit von 100 mm/min ein Kraft-Wegdiagramm aufzuzeichnen.