

# ZIELNETZPLANUNG FTTB

Stadt Diemelstadt  
Erläuterungen zur P2P-FTTB-Erschließungsplanung



# IMPRESSUM

## Auftraggeber

Stadt Diemelstadt

## Text und Redaktion

Broadband Academy GmbH

Geschäftsführer:

Oliver Laible

Tobias Tippelt

Marc Ullrich

Amtsgericht Stuttgart HRB 735044

## Autoren

Anna Perevertailo

# KONTAKT

## Broadband Academy GmbH

Remsstraße 1

70806 Kornwestheim

Tel.: +49 7154 806530-0

Fax: +49 7154 965016-7

Wilhelmsstr. 2

34117 Kassel

Tel.: +49 561 827915 62

Fax.: +49 561 827915 90

[info@broadband-academy.de](mailto:info@broadband-academy.de)

[www.broadband-academy.de](http://www.broadband-academy.de)

## INHALT

Planungsgrundlagen.....	4
Projektgebiet.....	5
Netztopologie für die Mitverlegung.....	6
Mikrorohrkonzept und Netzelemente .....	9
Ablauf und Ergebnis der Zielnetzplanung .....	13
Planungsdaten.....	14
Übersicht zur Netzaufteilung .....	15
Symbole, Bezeichner, Beschriftungen.....	16
Materialkonzept des Bundes .....	18
nächste Schritte .....	25
Anlage 1: P2P vs. P2MP.....	27
weiterführende Informationen .....	28
Abbildungsverzeichnis.....	29
Abkürzungs- und Fachwortverzeichnis .....	29

## PLANUNGSGRUNDLAGEN

Die Firma Broadband Academy GmbH wurde vom Auftraggeber mit der Erstellung einer Zielnetzplanung für das unten beschriebene Projektgebiet beauftragt. Dabei sollte eine Planung für ein flächendeckendes FTTB-Netz (Fiber-to-the-Building) inkl. Konzeptbeschreibung erstellt werden. Die folgend aufgeführten Unterlagen dienen mittelfristig als Leitlinie für die weitere Mitverlegung von Leerrohren:

- grafischer Erschließungsplan, der georeferenziert die räumliche Platzierung der passiven Netzelemente und Tiefbautrassen darstellt (georeferenzierte Planungsdaten in ESRI Shape EPSG 25832, andere Formate nach Absprache)
- DIN A0 Pläne in PDF-Form (gedruckte Pläne nach Absprache)
- dieses Dokument mit Beschreibung der verwendeten Daten und Ergebnisse

Die genaue Anzahl der Teilnehmeranschlüsse (LWL-TAE) ist nicht bekannt. Ein LWL-TAE repräsentiert den Endpunkt eines Faserpaares (der Faser) bzw. einen Haushalt / potentiellen Endkunden.

Für die Planung wurden zur Abschätzung georeferenzierte Adressdaten aus dem Kataster mit Statistikdaten zu Anzahl an Wohn- und Geschäftseinheiten (infas 360) pro Adresspunkt angereichert. Dieser Datenstand an offiziellen Anschlußpunkten wurden nach Rücksprache mit Vertretern des Auftraggebers mit nicht aufgeführten, aber planungsrelevanten Anschlußpunkten wie Baulücken, Baugebiete und Sondernutzung (Kläranlagen, Pumpenhäuser, Brunnenanlagen, Freizeitanlagen, Naherholungsgebiet etc.) erweitert.

Der Planungsfokus liegt auf der passiven Netzstruktur. Diese beinhaltet den Tiefbau bzw. die Mitverlegung, das Leerrohrnetz, die Glasfaserkabel (LWL-Kabel) und die notwendigen Verteileranlagen.

Die folgenden definierten Randbedingungen leiten sich aus dem Materialkonzept des Bundes Version 4.1 ab und bilden zusammen mit den Anschlußpunkten die Grundlage für die Zielnetzplanung:

- Netzstruktur ist P2P, d. h. dedizierte Glasfasern zwischen Glasfaser Hausübergabepunkt und Glasfaser Hauptverteiler bzw. kein Multiplexing im Zugangsnetz
- Aktive Technik vorerst offen, jedoch alle Varianten möglich, da Netzstruktur P2P
- Pro Wohneinheit 4 Fasern, zusätzlich 2 Fasern pro Gebäude.
- Kabeltyp Hausanschluss 1x6, 1x12, 1x24, 1x48 Fasern
- Kabeltyp Verteilung 144 Fasern, 192 Fasern, 288 Fasern
- Rohrverbundtyp Zugangsnetz (Netzverteiler -> Hausübergabepunkt) 12x10mm, 24x10mm, in Sonderfällen 3x16mm
- Rohrverbundtyp Verteilnetz 7x16mm (Hauptverteiler -> Kollokationsschacht -> Netzverteiler)
- Pro Rohrverbund 12x10mm bleiben 2x10 als Reserve unverplant
- Pro Rohrverbund 24x10mm bleiben 4x10 als Reserve unverplant
- Pro Glasfaser Netzverteiler (NVt = passiver Kabelverzweiger) werden 60 Mikroröhrchen bzw. 60 Gebäude angeschlossen
- Pro Glasfaser Netzverteiler verbleiben mind. 5x16mm vom Rohrverbund bis zum Kollokationsschacht als Reserve
- Pro Kollokationsschacht werden bis zu 3 Glasfaser Netzverteiler (NVt) aggregiert

- Einsatz oberirdischer Gehäuse, Größe (BxHxT) ca. 754 x 998 x 310 mm, bei deutlich weniger als 60 Mikrorohrchen auch kleinere Größe (BxHxT) ca 594 x 998 x 310 mm
- Pro Kollokationsschacht verbleiben mind. 1x16mm vom Rohrverbund bis zum Hauptverteiler als Reserve
- Die Anzahl der Glasfaser Netzverteiler ist abhängig von der Größe der gebildeten Cluster
- Eine Berücksichtigung von bereits vorhandenen Leerrohren bei der Planung ist wegen zu geringer Relevanz nicht vorgesehen

Für die Trassenführung wurde auf die Daten von Open Street Map zurückgegriffen. Die darin enthaltenen Straßen wurden mit statistisch erhobenen, typischen Straßenbreiten versehen. Diese Straßenbreiten spiegeln sich in der Darstellung der geplanten Trassenführung (linke Seite/rechte Seite, Straßenquerungen) wieder. Die darin enthaltenen Gebäudepolygone wurden bei der Führung der Hausanschlusstrassen berücksichtigt. Die Anschlußpunkte wurden im Normalfall an die namensgebende Straße der Adresse angeschlossen.

## PROJEKTGEBIET

Das Projektgebiet liegt innerhalb der Gemarkungsgrenze der Stadt Diemelstadt, Amtlicher Gemeindeschlüssel 06 6 35 008. Es wurden:

2305 Bauwerke mit

3127 Wohn- und Gewerbeeinheiten

davon

2 Schule(n)

7 Mobilfunkmast(en)

308 Anschlusspunkte, die potentielle Baulücke(n), fehlende Adressen und Sonderpunkte (Kläranlagen, Trafostationen, Freizeitanlagen, usw.) enthalten, bei der Planung berücksichtigt.

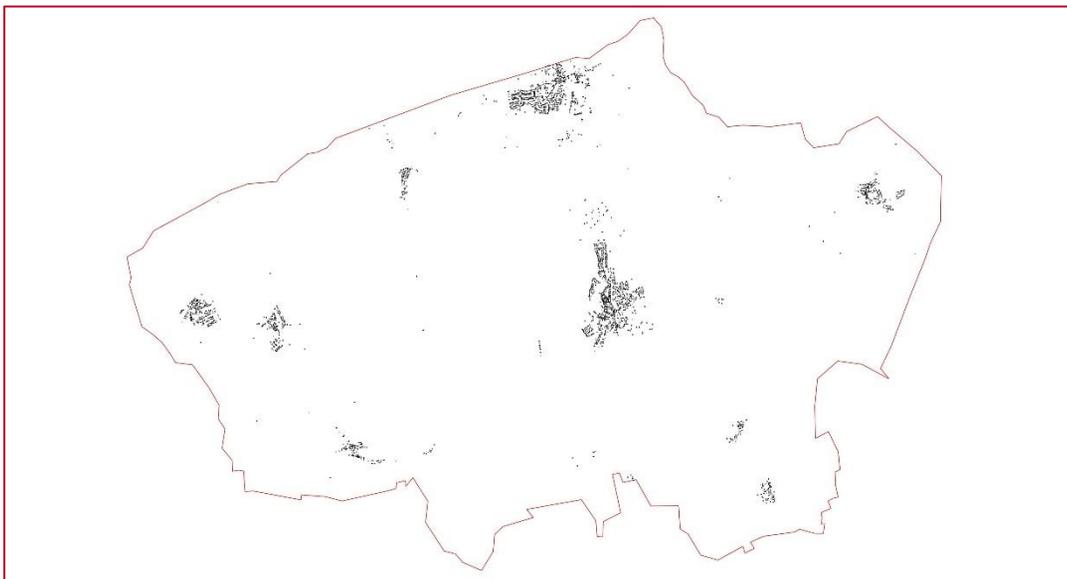


Abbildung 1: Gemarkungsgrenze mit Lage der planungsrelevanten Versorgungspunkte

## NETZTOPOLOGIE FÜR DIE MITVERLEGUNG

### Allgemeine Anforderungen an das Glasfaser Zugangsnetz

Für das Netzdesign sind folgende Kernpunkte von besonderer Bedeutung:

- Über 40 Jahre Betriebsdauer der Mikrorohre, Glasfaserkabel und Verteiler
- Passend für zukünftige Anwendungen, Technologien und Datenraten
- Geringe Erschließungs- und Betriebskosten
- Hohe Penetrationsrate
- Hohe Ausfallsicherheit bzw. hohe Verfügbarkeit
- Transparente Dokumentation
- Diskriminierungsfreier Zugang für Netzbetreiber und Diensteanbieter

Wenn die geplante passive Glasfaser-Infrastruktur diesen Anforderungen genügt, sind ein effizienter Netzausbau und -betrieb und eine zeitnahe und kaufmännisch belastbare Refinanzierung realistisch.

### Punkt-zu-Punkt Netz (P2P)

Bei Netzen mit einer P2P-Struktur besteht zwischen dem LWL-HVt und dem einzelnen Teilnehmer eine dedizierte und physikalisch exklusive Verbindung (vgl. Abb. 2). Für den Aufbau einer solchen Netzstruktur werden ausreichend dimensionierte Leerrohrtrassen mit leistungsfähigen Mikrorohrsystemen als Grundlage benötigt. Gerade im Zuführungsbereich von den Unterverteilern (NVt) zum Hauptverteiler (HVt) kann die Zahl der zu führenden Mikroglasfaserkabel (144 Fasern, 192 Fasern) auf 10 - 20 steigen. Diese Kabel müssen entsprechend bereitgestellt, in die Trassen eingeblasen und auf den Kupplungen im Hauptverteiler aufgelegt werden.

Darin und in den damit verbundenen Mehrkosten liegt der wesentliche Unterschied zu P2MP-Netzen. P2P-Netze bieten dafür aufgrund ihres einfachen Aufbaus (keine aktiven Komponenten oder Splitter im Feld) enorme Vorteile bei Unterhaltung, Wartung und Fehlersuche. Weiterhin eröffnen sie die Möglichkeit, die Anbindung von Geschäftskunden und Privatkunden mit einer einzigen, in sich homogenen Netzstruktur zu realisieren. Eine P2P-Struktur harmonisiert grundsätzlich mit jeder aktiven Technologie.

### Punkt-zu-Mehrpunkt Netz (P2MP)

Im Unterschied zum P2P-Konzept bestehen bei P2MP-Netzen keine physikalisch exklusiven Verbindungen zwischen dem Hauptverteiler und dem Teilnehmer (vgl. Abb. 2). Der Grund dafür ist die Verwendung verschiedener Technologien (GPON, WDM-PON, Ethernet), die eine mehrfache Ausnutzung (Multiplexing) einzelner Fasern ermöglichen. Damit spart man auf dem ersten Teilstück des Netzes (zwischen Hauptverteiler und Multiplexer) eine deutliche Zahl an Fasern (ca. Faktor 8 - 32) ein. Im Anschlussbereich zwischen Multiplexer und Kunde gibt es keine strukturellen Unterschiede zu P2P-Netzen. Die folgende Grafik zeigt und verdeutlicht in vergleichender Darstellung die beiden Netztopologien.

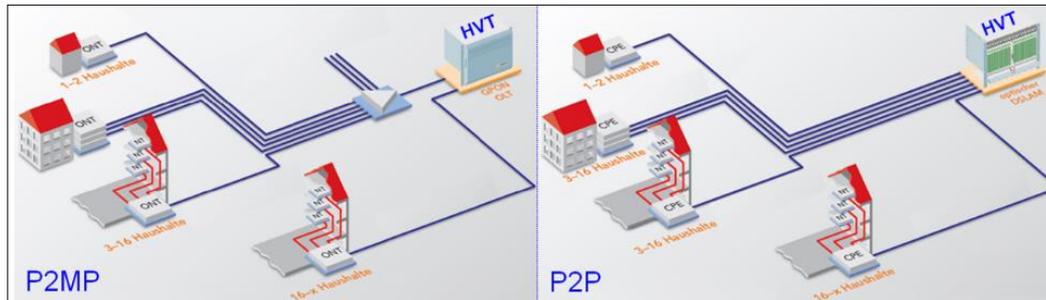


Abbildung 2: P2MP- und P2P-Netzstruktur (1)

### Nutzen

Durch die niedrigere Faseranzahl entsteht bei P2MP, auch unter Beachtung der Kosten für die Multiplexer, meist ein geringer Kostenvorteil. Er ist durch die geringere Anzahl an Mikrorohren, Mikrokabeln, Kupplungen und Spleißen begründet. Betrachtet man die geschätzten Gesamtkosten einer Glasfaser-Erschließung, die hauptsächlich durch den Tiefbau bestimmt werden, ergibt sich ein Kostenvorteil von durchschnittlich 4-5 % gegenüber P2P.

Dieser Kostenvorteil wird durch Nachteile hinsichtlich Flexibilität und Netzbetriebskosten mindestens kompensiert. Um Geschäftskunden mit hohen Datenraten (> 1 Gbit/s) bzw. der häufig nachgefragten Dark Fiber zu versorgen, müssen parallele P2P-Strukturen aufgebaut werden. Die im Fehlerfall notwendigen Messungen auf Faserebene sind auf der Gesamtstrecke zwischen Hauptverteiler und Anschlußpunkt in P2MP-Netzen nicht ausführbar, wodurch eine Messung der Teilstrecken mit Zugriff auf die im Feld befindlichen Multiplexer bzw. die Kundenwohnung notwendig ist.

Gerade bei der Versorgung einer großen Zahl von Privatkunden führt dieser Mehraufwand zu höheren Betriebskosten. Ein späterer oder schrittweiser Ausbau eines P2MP-Netzes ist aufwendig. Weiterhin schränken P2MP-Strukturen die Auswahl an möglichen aktiven Technologien ein.

Eine detaillierte Gegenüberstellung und Bewertung der beiden Topologien befinden sich in Anlage 1. Die Aufstellung verdeutlicht, dass P2P signifikante Vorteile bietet. Aus diesem Grund wurde die Netztopologie P2P der Planung zugrunde gelegt.

### Mitverlegung

Bei Mitverlegung werden Leerrohre oder Mikrorohrsysteme in einen aufgrund anderer Infrastrukturmaßnahmen offenen Graben mit eingelegt. Die Tiefe des Grabens orientiert sich dabei an der Standardverlegetiefe des für die Erschließung führenden Mediums.

Die Glasfaserkabel bzw. Mikrorohrsysteme werden i. d. R. oberhalb aller anderen Versorgungsmedien und damit in der geringsten Tiefe verlegt. Mitverlegung findet auch dann statt, wenn Leerrohre oder Mikrorohrsysteme bei Spülbohrungen oder Bodenverdrängungsverfahren parallel zum eigentlich für den Tiefbau ursächlichen Medium in den Boden gebracht werden.

Für die Mitverlegung von Mikrorohren gelten die gleichen Grundlagen, wie für die bisherige Verlegung von normalen TK-Leerrohren. Es gelten die Grundsätze der DIN1998 und der

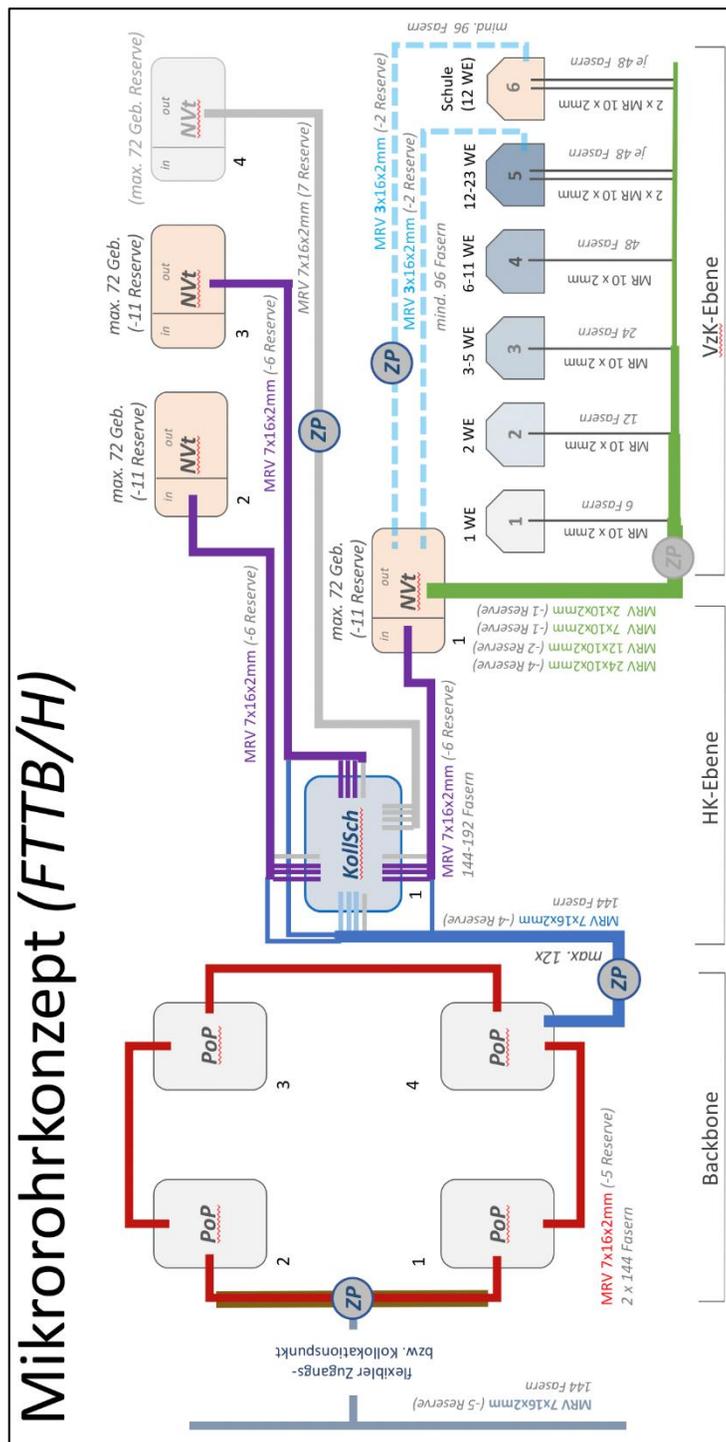
entsprechenden ZTV. Die Grabensohle sollte eine Tiefe von 80 cm haben. Die Überdeckung zwischen Rohr und Oberfläche soll in jedem Fall mindestens 60 cm betragen. Die Verlegung in geringerer Tiefe kann unter besonderen Umständen (Kreuzungsbereiche, Bestandsmedien) zulässig sein.

Das Mikrorohr bzw. der Verbund muss im Sandbett verlegt werden, wobei die Sandschicht in y- und z-Richtung jeweils mind. 10 cm (besser 20 cm) Stärke aufweisen soll. Die Verlegung von TK-Rohren (auch Mikrorohren) erfolgt im Normalfall im Gehweg bzw., falls kein Gehweg vorhanden ist, am oder im Randbereich des Straßenkörpers. Die Mikrorohre müssen möglichst geradlinig im Boden verlegt werden, um später beim Einblasen der Glasfaserkabel möglichst große Einblaslängen zu erreichen.

Aufgrund der maximalen Einblaslänge von rund 1,2 km müssen in Abständen kleiner 1,2 km auf der Trasse Kunststoffkabelschächte (Zugschächte, z.B. Langmatz EK378 o. ä.) der Dimension 40/50 x 80 cm verbaut werden. Die Einführung des Mikrorohrverbundes in den Schacht muss sanddicht erfolgen. Das Mitverlegen eines Trassenwarnbandes ist empfehlenswert. Die Trasse sollte am offenen Graben von einem Geometer eingemessen und entsprechend dokumentiert werden.

## MIKROROHRKONZEPT UND NETZELEMENTE

Das geplante FTTB-Netz wird in vier Netzebenen unterteilt.  
 Hauptverteiler (HVt) - Hauptkabel (HK) 1  
 Kollokationsschacht (KollSch) - Hauptkabel (HK) 2  
 Netzverteiler (NVt) - Verzweigerkabel (VzK)  
 Anschlußpunkt



**Hauptverteiler (HVt, PoP)**

Für den Hauptverteiler sind für das Projektgebiet in der Zielnetzplanung Systemschränke und später separate Datenschränke für die aktive Technik (MSAN) vorgesehen. Diese Komponenten können entweder in ausreichend großen Räumen innerhalb von kommunalen Gebäuden oder speziellen Fertigbaugebäuden untergebracht werden.



Abbildung 3: Beispiel Außenansicht eines Hauptverteilers in Fertigbauweise (erstellt durch BBA)

**Kollokationsschacht (KollSch)**

Der Kollokationsschacht ist eine zusätzliche Netzebene vor dem Hauptverteiler zur Aggregation der Mikrorohrverbände von den Netzverteilern kommend und dient als Zugangspunkt (Open Access) zu den Netzverteilern für bis zu drei weitere Netzanbieter.



Abbildung 4: Beispiel Kollokationsschacht aus Kunststoff (Quelle Romold)

**Netzverteiler (NVt)**

Eine direkte Verbindung vom Hauptverteiler zu den Gebäuden über niederfasrige Hausanschlusskabel (6 - 48 Fasern) ist aufgrund der praktisch erprobten Längenbegrenzung (~ 800 m) beim Einblasen von Glasfaerkabeln nicht sinnvoll.

Weiterhin sind die dafür notwendigen n x 10mm-Mikrorohrtrassen vom Tiefbau und vom Material her sehr aufwendig in der Realisierung und teuer. Somit wird zwischen dem Hauptverteiler und dem Anschlußpunkt mit dem NVt ein weiteres Netzelement eingefügt. Er ermöglicht die Umsetzung von hochfasrigen Verteilkabeln (144 Fasern, 192 Fasern) auf die Hausanschlusskabel.

Ein passendes System ist z.B. das Uni8-FTTx-Außengehäuse der Fa. Sichert oder der Glasfaser-Netzverteiler EK 245 der Firma Langmatz. Diese Gehäuse bieten einen hohen Grad an Wetter- und Vandalismusresistenz. In den Abmessungen entsprechen sie dem von den Kupferverteilern der DTAG bekannten KVz Gehäuse.

Der innere Aufbau ist für die Einführung und den gas- und wasserdichten Abschluss von Mikrorohrverbänden optimiert.



Abbildung 5: Beispiel Innenaufbau eines Netzverteilers (erstellt durch BBA)

### Anschlußpunkt

Der Glasfaser Anschlußpunkt bildet den Abschluss des Anschlussnetzes und mittels der eingebauten Kupplungen den Übergabepunkt auf das Inhausnetz des Gebäudes. Dafür werden kompakte Verteilergehäuse verwendet, die speziell für die Anwendung im FTTB/H-Bereich entwickelt wurden.

Es wird hinter der Hauseinführung an der Hausinnenwand montiert. Das Mikrorohr 1x10mm wird ins Gehäuse eingeführt, sowie dort auch abgedichtet. Im Gehäuse werden die für das betreffende Gebäude benötigten Fasern aus dem 6, 12, 24, 48-fasrigen Anschlusskabel auf LC/APC-Duplex-Kupplungen terminiert.

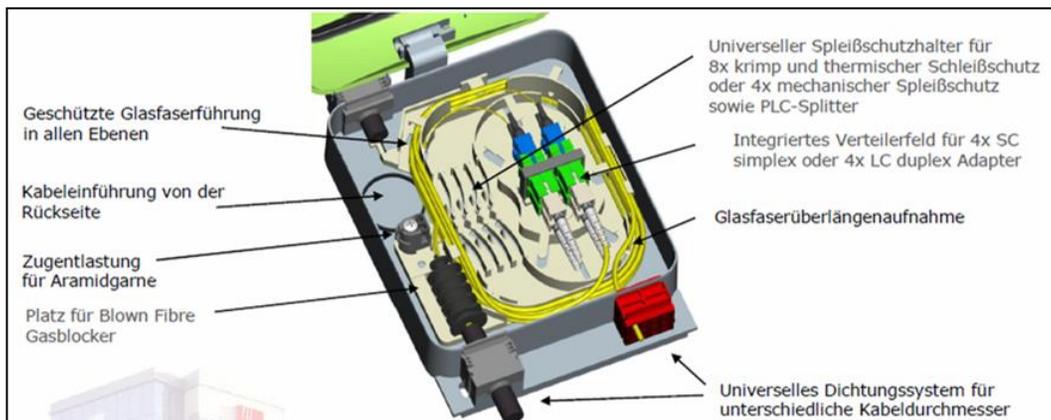


Abbildung 6: Beispiel für einen LWL-HÜP

### Mikrorohrverbände



Abbildung 7: MRV 7x16mm , 24x10mm, 12x10mm, Verbindungselemente (erstellt durch BBA)

## ABLAUF UND ERGEBNIS DER ZIELNETZPLANUNG

### EDV / Planungsmethodik

Die Erstellung der Zielnetzplanung erfolgte in einem Geoinformationssystem (GIS), das durch ein spezielles Plugin zur FTTB/H-Netzdimensionierung ergänzt ist. Damit sind alle Funktionen und Datenformate aus der GIS-Welt nutzbar. Zusätzlich bietet das Plugin umfangreiche halbautomatische Unterstützung beim Zeichnen und Dimensionieren von Trassen, Mikrorohren und Kabeln sowie beim Platzieren von georeferenzierten Punkten. Das Plugin arbeitet mit einem definierten Regelwerk. Die Planung erfolgt iterativ mit manuellen Korrekturen und Optimierung.

<p><b>QuantumGIS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenSource-Geoinformationssystem (GIS)</li> <li>• Alle gängigen georeferenzierten Import- und Exportformate</li> <li>• Anordnung der Netzelemente auf verschiedenen Schichten</li> <li>• Umfangreiche Darstellungs- und Bearbeitungsoptionen =&gt; Manuelle Optimierung der Ergebnisse der halbautomatischen Planung</li> <li>• Maßstabsgetreue Druckaufbereitung</li> </ul>	
<p><b>Plugin für FTTB/H-Planungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahtlose Integration in QuantumGIS</li> <li>• Halbautomatische, kostenoptimierte Netzplanung auf Basis festgelegter Eingangsdaten</li> <li>• Automatische Generierung von Bezeichnungen, Beschriftungen und Attributtabelle</li> <li>• Ergebnisse des Vorgesprächs ergeben Regelwerk für die Algorithmen</li> <li>• Schrittweise Optimierung der Netzplanung</li> </ul>	
<p><b>Vorteile gegenüber manueller Planung mit AutoCAD, Visio, etc.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Netze mit mehr als 1.000 Anschlusspunkten sind manuell kaum planbar.</li> <li>2. Änderungen der Planungsrichtlinie während oder nach der Planungsphase können problemlos umgesetzt.</li> <li>3. Der Algorithmus findet den günstigsten Weg / Standort mittels tausender Versuche während der Berechnung. =&gt; Das ist manuell so nicht möglich. Berechnungsergebnisse müssen jedoch noch manuell optimiert werden.</li> <li>4. Volle Flexibilität bei den geplanten Materialien und Strukturen</li> <li>5. Die Berechnung erfolgt vom Faserbedarf der einzelnen Wohneinheit / des einzelnen Gebäudes aus hin zum Netz. =&gt; Das Mikrorohrnetz ergibt sich aus der Bedarfsverteilung / Bauungsstruktur und ist immer individuell. =&gt; Kabel, Unterverteiler, Hauptverteiler, Schächte werden ebenfalls berechnet und sind Teil des Ergebnisses der Masterplanung.</li> </ol>	

Abbildung 8: verwendete Software

Erster Planungsschritt ist, ausgehend von der Anzahl der anzuschließenden Gebäude/Grundstücke und deren räumlicher Verteilung, die Mikrorohrtrassen und Glasfaserkabel im Anschlussbereich. Aus deren Anzahl ergeben sich die Tiefbautrassen (somit der Tiefbauaufwand) und die Platzierung der Netzverteiler (NVt). Anschließend werden maximal 3 Netzverteiler auf einen Kollokationsschacht aggregiert und dieser platziert. Der Hauptverteiler wird platziert, und zu den Kollokationsschächten verbunden.

Zielstellung ist es, die Verlegekosten unter Berücksichtigung der zum Planungszeitpunkt bekannten örtlichen Gegebenheiten möglichst gering zu halten.

Die zunächst nach dem Planungsregelwerk automatisch erzeugten NVt-Cluster wurden manuell unter Berücksichtigung von Straßenverläufen, Wohnblöcken und maximaler Anzahl an angeschlossenen Gebäuden (max. 60 Gebäude pro Cluster) in einem iterativen Vorgehen angepasst. Die Rohrverbände des Anschlussnetzes pro Cluster durchlaufen bzw. kreuzen nur in Ausnahmefällen benachbarte Cluster.

Das geplante Netz lässt sich grundsätzlich in Längstrasse (Hauptverteiler bis Bordstein) und Quertrasse (Bordstein bis Anschlußpunkt) unterteilen. Die Erstellung der Quertrassen muß aufgrund des Mikrorohrsystems nicht zeitgleich mit der Verlegung der Längstrassen einhergehen. So ist zwar für jeden potentiellen Kunden bereits ein Mikrorohr im Verband

vorgesehen, dieses kann jedoch auch später noch abgezweigt werden. Dieser Umstand bedeutet jedoch auch, dass die Längstrasse voll ausgebaut wird, um jeden potentiellen Kunden im erschlossenen Gebiet erreichen und versorgen zu können.

In der Praxis werden beim Bau der Längstrasse nur jene Kunden direkt erschlossen, die zu diesem Zeitpunkt bereits einen entsprechenden Gestattungsvertrag unterschrieben haben und ggf. bereit sind einen Anteil der für die Quertrasse anfallenden Kosten zu übernehmen. Die Quertrassen zu den weiteren Kunden werden später einzeln auf Anforderung der Diensteanbieter erstellt. Auch dabei ist eine Kostenbeteiligung der Kunden die Regel.

## PLANUNGSDATEN

Die vom Auftraggeber in einem Prüfschritt verifizierten Planungsergebnisse (ideale Zielnetzplanung, PDF DIN A0) werden als grafischer Erschließungsplan erstellt, der georeferenziert die räumliche Platzierung der passiven Netzelemente und Tiefbautrassen darstellt (georeferenzierte Planungsdaten in ESRI Shape EPSG 25832).

Desweiteren werden die verifizierten Planungsergebnisse als auch als DIN A0 Pläne im PDF Format (Vektordaten, keine Rasterdaten, Maßstäbe können variieren) erstellt.

Diese Daten werden als Download über die Cloud der Broadband Academy GmbH bereitgestellt.

### **Anmerkung zu Shape Dateien**

Bei ESRI Shape sind die Daten und die Darstellung dieser Daten getrennt. Die Shapedateien selber beinhalten die reinen georeferenzierten Daten (Punkte, Linien, Polygone) mit Zusatzinformationen zu den Daten. Die Darstellung von Farben, Symbolen und Beschriftungen (das Kartenlayout) erfolgt softwarespezifisch über eine Konfigurations-/ Projektdatei. Mitgeliefert wird eine Konfigurations-/ Projektdatei für QGIS.

Bei Verwendung eines anderen GIS Systems muß unter Umständen eine Konfigurations-/ Projektdatei selber erstellt werden.

QGIS (ehemals Quantum-GIS) ist ein freies Geoinformationssystem zum Betrachten, Bearbeiten und Erfassen von räumlichen Daten und kann unter <https://qgis.org/de/site/> heruntergeladen werden.

## ÜBERSICHT ZUR NETZAUFTEILUNG

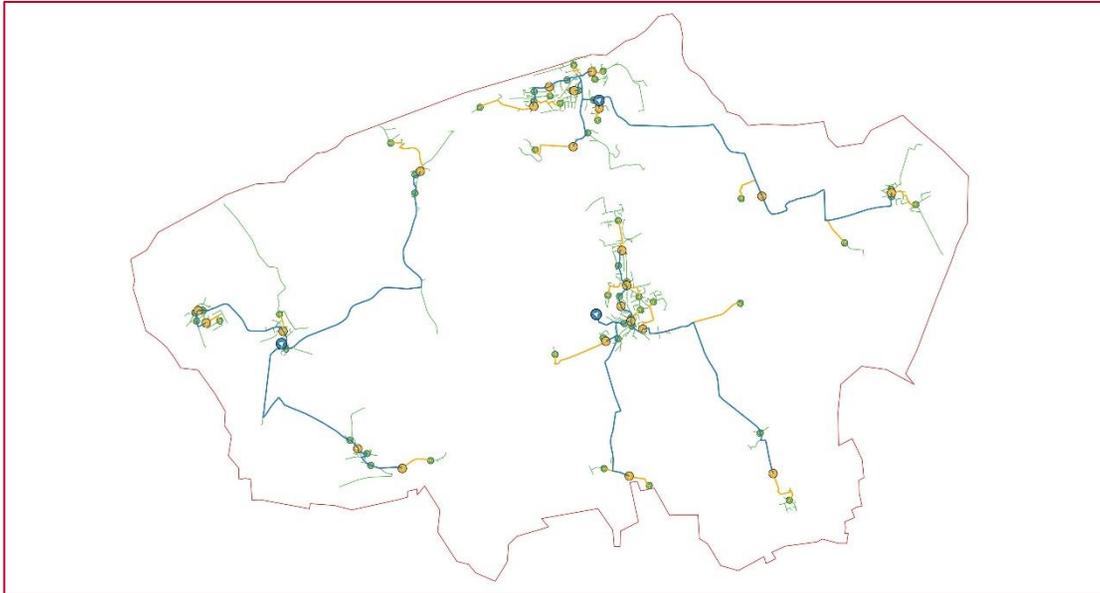


Abbildung 9: Übersicht PoP KollSch NVT Trassen

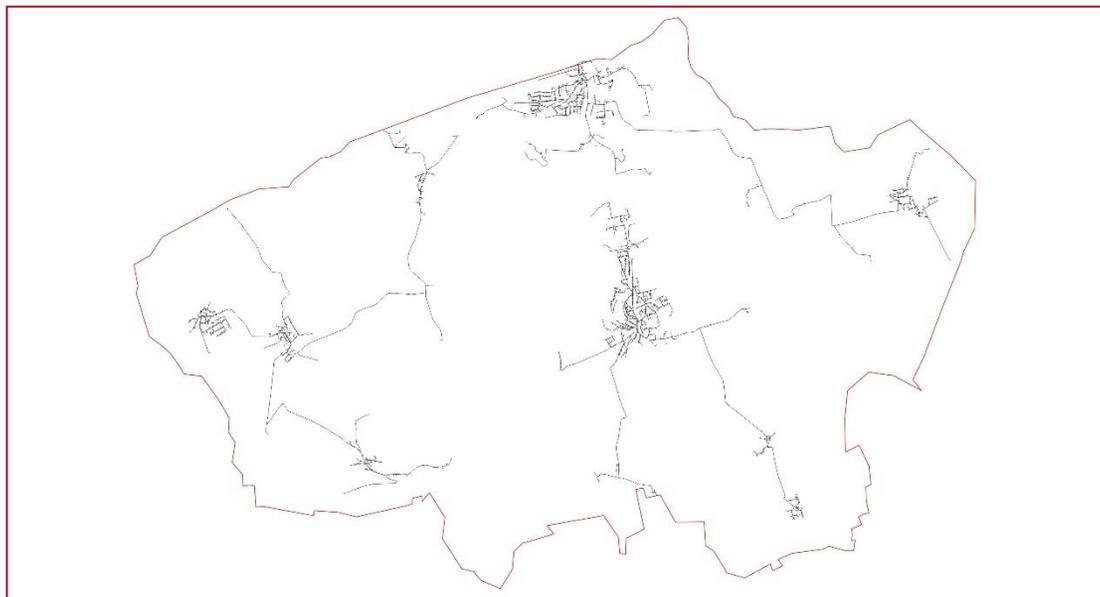


Abbildung 10: Übersicht Tiefbautrassen

## SYMBOLE, BEZEICHNER, BESCHRIFTUNGEN

-  PoP
-  HK1
-  PoP-Cluster
-  KollSch
-  HK2
-  KollSch-Cluster
-  Nvt
-  VzK
-  Nvt-Cluster
-  Hausabzweig
-  Versorgungspunkt
-  Rohrkopplung
-  Hausnummer
-  Gebäude
-  Flurstücke
-  Projektgebiet



## MATERIALKONZEPT DES BUNDES



### Einheitliches Materialkonzept und Vorgaben für die Dimensionierung passiver Infrastruktur im Rahmen des geförderten Breitbandausbaus (Version 4.1)

#### Vorgaben für die Dimensionierung passiver Infrastruktur

- (1) Die EU-Beihilfeleitlinien schreiben in Rn. 78 g) vor, dass geförderte Unternehmen im Bereich des Zugangs auf Vorleistungsebene eine größere Produktauswahl anbieten sollten, als von den nationalen Regulierungsbehörden oder im Rahmen der sektorspezifischen Regulierung für Unternehmen mit beträchtlicher Marktmacht vorgeschrieben.
- (2) Mit staatlicher Beihilfe finanzierte Leerrohre müssen groß genug für mehrere Kabelnetze und sowohl für Point-to-Point- als auch für Point-to-Multipoint-Lösungen ausgelegt sein.
- (3) So sind die Dimensionierung und Verlegung neuer Leerrohre sowie die Errichtung von Verteileinrichtungen, Schächten und Zuführungen so vorzunehmen, dass auf Basis dieser Maßnahme auch die spätere Erweiterung der realisierten bzw. die Errichtung alternativer Netzstrukturen wie Mobilfunk der 5. Generation gewährleistet wird. Verteil- und Verzweigereinrichtungen sind so zu dimensionieren, dass die Aufnahme passiver und aktiver Komponenten unterschiedlicher Netzstrukturen möglich ist (bspw. Komponenten für den Betrieb von FTTB- und FTTH-Netzen). Die Komponenten unterliegen einem anbieterneutralen Standard. Es sind ausschließlich Komponenten nach Stand der Technik und – sofern durch geltende Vorschriften erforderlich – mit entsprechenden Zertifikaten und Produktkennzeichnungen einzusetzen.
- (4) Bei der Netzplanung durch einen Anbieter/Errichter muss ein diskriminierungsfreier Zugang für mehrere Anbieter möglich sein. Dies ist über hinreichende Dimensionierung der Leerrohre und Verteilpunkte sicherzustellen. Eine passive Kollokation ist einzuplanen und der Zugang zum Kollokationsstandort ist diskriminierungsfrei für Nachfrager von Vorleistungsprodukten zu ermöglichen. Es sind vier Fasern pro Wohneinheit/Teilnehmer und zwei Fasern pro Gebäude im Minimum als Point-to-Point-Verbindung bis zum Kollokationspunkt zu schalten. Gleiches gilt für Betriebsstätten von Unternehmen und Geschäftsgebäude sowie weitere institutionelle Nachfrager (z. B. Schulen, Gesundheitseinrichtungen). Eine Kapazitätsreserve von mindestens 15 % der kalkulierten Anzahl von Leerrohren ist einzuplanen. Kollokationsflächen müssen im Minimum mit drei zusätzlichen Leerrohren als Zuleitungsmöglichkeit versorgt werden.
- (5) Ein Gebäudeverteiler (HÜP) bildet den Übergabepunkt zwischen NE3 und NE4. Dieser muss ausreichend Steckplätze und Spleißkapazität für die Anzahl der im Gebäude verwendeten Fasern haben und sollte im angemessenen Umfang Kabelüberlängen aufnehmen können. Die gewählte Ausführung sollte jeweils zugangsgeschützt (Schließung) und manipulationshemmend (innenliegende Kupplungen) gewählt werden.



- (6) Sämtliche Verteilgehäuse sind passend zu dimensionieren, um die jeweils ankommende und abgehende Faseranzahl inklusive der Reservekapazitäten verschalten zu können. Entsprechendes gilt für Muffen im Verzweigerbereich.
- (7) Grundsätzlich ist die Mitnutzung vorhandener Infrastrukturen zu prüfen und vorzusehen.
- (8) Erschließungsgebiete sind so zu planen, dass durchtrennte Mikrorohre beidseitig zum Schutz vor Verschmutzung abgedichtet werden, um eine spätere Ringschlussmöglichkeit nicht auszuschließen.
- (9) In Gewerbe- und Industriegebieten ist die Infrastruktur so zu planen, dass eine redundante Anbindung der Gebäude (Ringstruktur) möglich ist. Stichstraßen sind hiervon ausgenommen. Diese Vorgaben für die Dimensionierung passiver Infrastruktur und ein einheitliches Materialkonzept im Rahmen des geförderten Breitbandausbaus sind bereits im Rahmen der Auftragsvergabe zu berücksichtigen. Abweichungen unterliegen der Zustimmung durch den Zuwendungsgeber.
- (10) Abweichungen vom einheitlichen Materialkonzept für den Einsatz von oberirdischer Leitungsführung und die Mitnutzung bestehender Infrastrukturen zur Vermeidung von Tiefbauarbeiten (z.B. Verlegung in Abwasserleitungen) bedürfen keiner Ausnahmegenehmigung soweit die Kosten im Verhältnis zur herkömmlichen Bauweise geringer ausfallen.
- (11) Freigegebene Materialien und Verlegemethoden werden auf der Homepage [www.atenekom.eu](http://www.atenekom.eu) hinterlegt.
- (12) Für die Weitverkehrsebene /Backbone sowie die Verteilerebene sind unter Beachtung von RN 14 Reservekapazitäten vorgesehen, die in Abhängigkeit zur jeweiligen Grabenlänge zu staffeln sind (siehe folgende Tabelle). Die Änderungen sind nur für Neuanträge wirksam.
- (13) Für die Anbindung von Schulen und Krankenhäusern ist unter Beachtung von RN 14 ebenfalls eine ausreichende Kapazität einzuplanen. Für die Anbindung ist ein Rohrverband mit der Mindestgröße 12 x 10/6 oder vergleichbar zu errichten. Ist die Trassenlänge zur Anbindung der Schule oder der Krankenhäuser größer als 1 km, so sind hierfür zwei Rohrverbände mit der Mindestgröße 12 x 10/6 über die gesamte Grabenlänge einzubringen. Darüberhinausgehende Leerrohrkapazitäten für die Erschließung angrenzender Gebiete, die nicht Fördergebiete sind, können im Rahmen einer sog. „Eigen-Mitverlegung“ oder im Rahmen einer Mitverlegung durch Dritte nach §77i TKG eingebracht werden.
- (14) Ausnahmen von diesen Vorgaben zur Reservekapazität und zu den Kapazitäten zur Anbindung von Schulen und Krankenhäusern kommen auf Antrag in Betracht, wenn die zu erstellenden Gräben bereits durch „Eigen-Mitverlegung“ oder einer Mitverlegung durch Dritte ausgelastet sein sollten oder die Kapazität aufgrund alternativer Verlegetechniken technisch nicht zur Verfügung stehen kann. Die Ausnahme beschränkt sich dann auf die entsprechend ausgelasteten Teilabschnitte. Aufgrund von Ausnahmen nur in Teilabschnitten verlegte Kapazitäten nach RN 12 und 13 sind gegen eindringende Verschmutzung zu schützen und luftdicht zu verschließen. Darüberhinausgehende Ausnahmen sind ebenfalls auf Antrag möglich, falls die Verlegung in den verbleibenden Teilstrecken ökonomisch nicht sinnvoll ist.



### Einheitliches Materialkonzept

Das folgende Materialkonzept für die Errichtung neuer Infrastrukturen von Höchstgeschwindigkeitsnetzen (FTTB/H) ist für den Zuwendungsempfänger verbindlich. Die aufgeführten Größen, Mengen und Ausführungen charakterisieren Mindestvorgaben. Maßgeblich für die Dimensionierung der Infrastruktur ist die Kalkulation der zur Verfügung zu stellenden Kapazitäten gemäß den Vorgaben für die Dimensionierung passiver Infrastruktur. Abweichungen nach oben sind grundsätzlich zulässig.

Anwendung	Weitverkehrsebene / Backbone	Verteilerebene		Hausanschluss
		Zwischen HvT/PoP und Verzweiger	Zwischen Verzweiger und Gebäuden	
<b>Dimension</b>  Erdverlegung	Einzelrohre mit <b>min.</b> Da 16 mm, Di 12 mm <b>plus</b> Rohrverband 12x 10/6 <sup>1</sup> (Reserve)	<b>min. 7</b> Einzelrohre mit <b>min.</b> Da 12 mm, Di 8 mm oder Rohrverband <b>min. 4 x</b> 20/15 <b>plus</b> Rohrverband 12 x 10/6 <sup>1</sup> (Reserve)	Rohrverband <b>min. 6 x 10/6<sup>2</sup></b>	Einzelrohre mit min. Da 10 mm, Di 6 mm

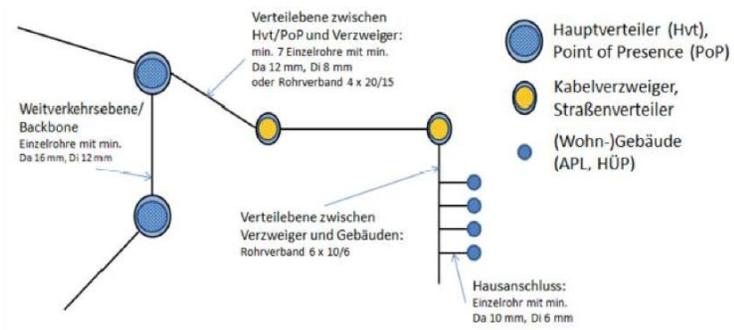
<sup>1</sup> Ein Rohrverband in der Mindestgröße 12\*10/6 bei Grabenlängen bis 1 km, über 1 km 2 Rohrverbände über die gesamte Länge. Zu möglichen Ausnahmen siehe RN 14.

<sup>2</sup> Für die Erschließung von Schulen und Krankenhäuser ist ein Rohrverband von der Mindestgröße  $\geq 12 \times 10/6$  einzusetzen (siehe hierzu ausführliche Bestimmung in RN 13 und RN 14).



<b>Benennung Rohrverband</b> Erdverlegung	≥1 x 16/12 plus Rohrverband 12 x 10/6	≥7 x 12/8, ≥4 x 20/15 plus Rohrverband 12 x 10/6	≥6 x 10/6	≥1 x 10/6
<b>Dimension</b> Bei Verlegung in Schutzrohren	<b>min.</b> 50x4,6 Schutzrohre	<b>min.</b> 7 Einzelrohre mit <b>min.</b> Da 10 mm, Di 8 mm	<b>min.</b> 7 Einzelrohre mit <b>min.</b> Da 10 mm, Di 8 mm	-
<b>Benennung Rohrverband</b> Bei Verlegung in Schutzrohren	-	≥7 x 10/8	≥7 x 10/8	
<b>Ausführung Einzelrohr</b>	PE-HD; Innenriefung	PE-HD; Innenriefung	PE-HD; Innenriefung	PE-HD; Innenriefung
Da = Außendurchmesser Di = Innendurchmesser				

Faserstandard mindestens ITU-T G.652.D und im Hinblick auf Biegeunempfindlichkeit (u.a. für Smart Home/Building) auch ITU-T G.657A1 oder A2.





Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur



Bundesförderung Breitband



Projekträger des  
Bundesministeriums  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

### Farbbelegung und Dokumentation

Einzelrohrfarben bei  $D_a = 10$  mm oder größer:  
(Ab Rohr Nr. 13 beginnt erneut die 12er Farbreihe, ergänzt  
durch zusätzliche Streifenmarkierung.)

Rohr Nr.	Farbe (nach DIN EN 60794-1-1 Beiblatt 1:2014-04; VDE 0888-100-1 Beiblatt 1:2014-04)
1	Rot
2	Grün
3	Blau
4	Gelb
5	Weiß
6	Grau
7	Braun
8	Violett
9	Türkis
10	Schwarz
11	Orange
12	Rosa bzw. Pink

Die Belegung bzw. geplante Belegung der Rohrverbände und die Erstellung der Hausanschlüsse ist pro Rohrverband anhand der unten aufgeführten Tabelle zu dokumentieren. Die Tabellen sind als Nachweis im Rahmen des Endverwendungsnachweises einzureichen. Alternative Darstellungen im GIS-Format sind zulässig.



Bauvorhaben / Objekt: \_\_\_\_\_ Dokumentation Hausanschluss Mikrokabelrohr

Straße	Haus Nr.	Haushalt /Name	Mantelfarbe Ver-	Rohr Nr.	Farbstreifen Kombi-nation	Einzelroh rtyp	Anschluss-punkt	Datum	Hausanschluss gesetzt ja/nein
Muster-straße	1	Muster-mann	Grün	1	Rot	10x2	Keller	13.2.15	Ja – bis zum AP
				2	Grün				
				3	Blau				
				4	Gelb				
				5	Weiß				
				6	Grau				
				7	Braun				
				8	Violett				
				9	Türkis				
				10	Schwarz				
				11	Orange				
				12	Rosa				
				13	Rot				
				14	Grün				
				15	Blau				
				16	Gelb				
				17	Weiß				
				18	Grau				
				19	Braun				
				20	Violett				
				21	Türkis				
				22	Schwarz				
				23	Orange				
				24	Rosa				

Ab Rohr Nr. 13 beginnt erneut die 12er Farbreihe, ergänzt durch zusätzliche Streifenmarkierung

## NÄCHSTE SCHRITTE

Mit der Übergabe der vom Auftraggeber verifizierten georeferenzierten Daten ist die Erstellung der Zielnetzplanung vorerst abgeschlossen. Aus den Daten resultierend steht der Auftraggeber bei der praktischen Umsetzung kurz-, mittel- und langfristig vor einigen Herausforderungen.

Die kurzfristigen Herausforderungen sind meist organisatorischer Natur:

- Einbinden der Informationen der Zielnetzplanung FTTB in den Planungsprozess für andere Versorgungsmedien (z. B. Wasser) bzw. in sonstiges Linienbaumaßnahmen wie Straßen- oder Kanalsanierungen
- Definition von Vorgehensweise und Unterlagen für die Ansprache von Haus- und Grundstücksbesitzern bei der Erstellung von Anschlüssen
- Wissensaufbau bei den für Planung und Ausführung zuständigen Mitarbeitern und Fremdfirmen, da im Allgemeinen keine Erfahrung mit Mikrorohrsystemen
- Erstellung von Leistungsverzeichnissen zur Ausschreibung
- Lieferantenauswahl, Beschaffung und Vorhaltung der für die Mitverlegung notwendigen Materialien
- Festlegen geeigneter Schlüssel zur Kostenverrechnung mit den weiteren an den Gesamtbaumaßnahmen beteiligten Stellen
- Erarbeiten von Standardgrabenprofilen für die Verlegung mit anderen Medien
- Erstellen von allgemein verbindlichen Referenzdokumenten für Detailplanung, Materialauswahl, Verlegung, Verarbeitung und Dokumentation

Nachdem der Einstieg in die strukturierte Mitverlegung auf Basis der Zielnetzplanung vollzogen und zur Routine geworden ist, ergeben sich folgende Themen:

- Gültigkeitsprüfung der vorhandenen Planung hinsichtlich der mittlerweile veränderten Rahmenbedingungen
- Analyse der bisherigen Vorgehensweise bei der Mitverlegung und Umsetzen von Verbesserung bzw. Realisierung von Optimierungen
- Ggf. Identifizieren von für den Vollausbau geeigneten Clustern anhand von Bürgerinteressen und der bereits vorhandenen Vermaschungsdichte
- Ggf. Suche geeigneter Fachfirmen für den TK-Netzausbau und im Speziellen für die LWL-Arbeiten (Einblasen, Verteilermontage, etc.)
- Verhandlung mit Nachbargemeinden / dem Landkreis über Netzkopplungen

Bei der langfristigen Betrachtung befinden wir uns im Jahr 2025 oder darüber hinaus. Durch die permanente Mitverlegung ist ein recht engmaschiges Mikrorohrnetz entstanden. Auf den bereits verlegten Abschnitten hat ein relevanter Anteil der Eigentümer bereits einen Haus-

oder Grundstücksanschluss. In diesem Betrachtungshorizont liegt der Fokus nun auf der Aktivierung des Netzes für Teilbereiche oder für das gesamte Projektgebiet. Dabei ergeben sich einige Überschneidungen zu Handlungspunkten die bereits mittelfristig anstehen können:

- Entscheidung hinsichtlich Zuständigkeitsgrenze der Gemeinde  
=> nur Mikrorohre, Mikrorohr + Kabel oder zusätzlich auch aktive Technik
- Auswahl von und Verhandlungen mit geeigneten Netzbetreibern und Diensteanbietern mit der Zielstellung der Endkundenversorgung
- Festlegung der Vorgehensweise beim Netzausbau über die Mikrorohre hinaus  
=> Fremdfirmen oder Mitarbeiter der Gemeinde  
=> Wissensaufbau / Schulungen oder Abschluss von Rahmenverträgen
- Festlegung der Vorgehensweise beim Betrieb des Netzes  
=> Fremdfirmen oder Mitarbeiter der Gemeinde  
=> Wissensaufbau / Schulungen oder Abschluss von Rahmenverträgen
- Identifizieren von für den Vollausbau geeigneten Clustern anhand von Bürgerinteressen und der bereits vorhandenen Vermaschungsdichte  
d. h. Priorisierung der Ausbaureihenfolge für Kabel und aktive Technik
- Definition der notwendigen Prozesse und Standarddokumente
- Festlegen einer Strategie zur Einbindung und Information der Bürger
- etc.

Die Aufzählungen sind nicht vollständig und nicht im Detail ausformuliert, repräsentieren allerdings die aus unserer Sicht jeweils relevantesten Themenbereiche. Sie soll den Verantwortlichen der Kommune einen Eindruck geben, welche weiteren Arbeitsschritte nach Abschluss der Zielnetzplanung hin zum finalen Ziel einer flächendeckenden FTTB-Versorgung notwendig sind. Die Broadband Academy GmbH unterstützt Sie gern bei diesen zukünftig anstehenden Herausforderungen.

## ANLAGE 1: P2P VS. P2MP

Kriterium	P2P	P2MP
<b>Technischer Vergleich</b>		
Datenrate pro Kunde		
Aufrüsten der Kundenschnittstelle		
Flexibilität		
Kundenmix B2B + B2C + B2A + DF		
Erweiterung bestehender Netzstrukturen		
Einspeisen von Kabelfernsehen		
Standardkonformität		
Keine Herstellerbindung		
Ausfallsicherheit		
Fehlerbeseitigung		
Verfügbarkeit		
Abhörsicherheit		
<b>Investitionskosten (CAPEX)</b>		
Leerrohrtrassen		
Glasfaserkabel		
Passive Verteilertechnik		
Platzbedarf der Systemtechnik		
<b>Betriebskosten (OPEX)</b>		
Stromverbrauch		
Netzdokumentation		
Aufwand Fehlersuche und -beseitigung		
Netzerweiterung		
Upgrade der Datenrate		
Technische Komplexität / Personalanforderungen		
<b>Kriterium</b>		
<b>Technische Zusammenfassung</b>		
Datenrate / Standardkonformität		
Ausfallsicherheit / Fehlerbeseitigung / Wartung		
Ausbaufähigkeit / Flexibilität		
<b>Kriterium</b>		
<b>Zusammenfassung der Anwendungsszenarien</b>		
B2C / geringe Datenraten / geringe Zukunftssicherheit		Gut
B2C + B2B / mittlere Datenraten / mittlere Zukunftssicherheit		Mittel
B2A – B2C + DF / hohe Datenraten / hohe Zukunftssicherheit		Schlecht

Abbildung 11: P2P vs P2MP

## WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

- (1) Keymile GmbH 2009, White Paper „Ethernet-Point-to-Point vs. PON, Hannover 2009, S. 7

Auf den Internetpräsenzen der Hersteller von Mikrorohrsystemen, Schächten, Glasfaserkabeln etc. finden sich weiterführende Informationen zu den Netzelementen, Umgang bei der Verarbeitung und Netzinfrastrukturen.

Im folgenden eine unvollständige Liste von Internetpräsenzen zum Thema

<http://www.angacom.de/>

<https://www.ftthcouncil.eu/>

<https://www.gabocom.de/>

<https://www.rehau.com/de-de>

<https://www.hubersuhner.com/de>

<https://langmatz.de/>

<http://www.gm-plast.dk>

<https://www.corning.com/emea/de/products/communication-networks/products.html>

<http://www.bayka.de>

<http://www.glasfaserinfo.de/>

<https://www.romold.de/>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Gemarkungsgrenze mit Lage der planungsrelevanten Versorgungspunkte .....	5
Abbildung 2: P2MP- und P2P-Netzstruktur (1) .....	7
Abbildung 3: Beispiel Außenansicht eines Hauptverteilers in Fertigbauweise (erstellt durch BBA) .	10
Abbildung 4: Beispiel Kollokationschacht aus Kunststoff (Quelle Romold) .....	10
Abbildung 5: Beispiel Innenaufbau eines Netzverteilers (erstellt durch BBA) .....	11
Abbildung 6: Beispiel für einen LWL-HÜP .....	12
Abbildung 7: MRV 7x16mm , 24x10mm, 12x10mm, Verbindungselemente (erstellt durch BBA) .....	12
Abbildung 8: verwendete Software .....	13
Abbildung 9: Übersicht PoP KollSch NVT Trassen .....	15
Abbildung 10: Übersicht Tiefbautrassen .....	15
Abbildung 11: P2P vs P2MP .....	27

## ABKÜRZUNGS- UND FACHWORTVERZEICHNIS

FTTB	Fiber-to-the-building (dt.: Glasfaser bis in den Keller)
FTTC	Fiber-to-the-curb (dt.: Glasfaser bis zum Bordstein)
FTTH	Fiber-to-the-home (dt.: Glasfaser bis in die Wohnung)
FTTx	Fiber to the x (dt.: Glasfaser bis zum Punkt x)
GIS	Geoinformationssystem
HVt	Hauptverteiler, siehe auch PoP (vgl. Ortsvermittlungsstelle)
HÜP	Hausübergabepunkte
NVt	Netzverteiler
LWL	Lichtwellenleiter (Synonym für Glasfaser)
OAM	Open Access Modell
P2P	Punkt zu Punkt
P2MP	Punkt zu Mehrpunkt
PoP	Point of Presence => Zentraler Netzknoten
RV	Rohrverband
MRV	Mikrorohrverband
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
WE	Wohneinheit
HH	Haushalte

Dokument Ende

