Verlege- und Montageanleitung Breitbandausbau Cham

incl. der ATR „Allgemein Technische Richtlinie“

Dokument

Klassifikation	Öffentlich
Dokumententitel	Verlege-u. Montageanleitung
Dokumentenverantwortlicher	Wolfgang Nachreiner
Revisionstermin	20.07.2027
Dateipfad	0.7.2.1
Verteilerkreis	SG 71 und extern

Dokumentenverlauf

Version	Erstellt am	Autor	Beschreibung	Geprüft am	Geprüft von	Freigabe am	Freigegeben von
1.0	25.02.21	Wolfgang Nachreiner	Erstentwurf		TL		WL
2.0	01.02.21	Wolfgang Nachreiner	Ergänzung				
3.0	10.03.21	Wolfgang Nachreiner	Ergänzung				
4.0	23.07.21	Ilka Rettinger	Ergänzung	23.07.21	TL	23.07.21	WL
5.0	23.09.22	Wolfgang Nachreiner	Ergänzung Verlegetiefe BB				
6.0	14.08.24	Wolfgang Nachreiner	Änderung OTDR /ATR				
7.0	10.02.25	Christian Müller	Änderung Grabenprofile				
8.0	12.09.25	Wolfgang Nachreiner	Streichung Loop-Messung				
9.0	22.07.26	Ilka Rettinger	Änderung Adresse DI	22.07.26			

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis 5
1. Allgemeines 6
1.1. Beistellen von Stoffen und Materialien, Vorhalten von Maschinen und Geräten 7
1.2. Überprüfung von Mikrorohrverbänden 8
1.3. Durchführung der Druckprüfung 8
1.4. Prüfung zur Durchgangskontrolle von MR 9
2. Allgemeine Hinweise zu den Einblasarbeiten 10
2.1. Einblasgeräte für Gf- Mikro- und Minikabel 10
2.2. Kompressoren zum Einblasen von Gf-Mini-und Mikrokabeln 10
2.3. Gleitmittel zum Einziehen und Einblasen 11
3. Lagerung MR, MRV und Gf-Kabel 12
4. Einblasvorgang 13
4.1. Crashtesteinrichtung für Einblasgeräte aller Größen 13
4.2. Kabelüberlängen 14
5. Verlegung von Mikrorohren und Mikrorohrverbänden 16
6. Errichten von Schachtbauwerken und Kabelverteilerstandorte 19
6.1. Anbindung von Kabelzugschächten 19
6.2. MR in Bauwerke einführen oder außen am Haus abschließen 21
7. Dokumentation – Vermessung und GIS 23
8. Glasfasermontage 24
8.1. Faserkonzept: 24
8.2. Gesamtübersicht: 24
8.3. Vorbereiten von Glasfaserkabel 25
8.4. Beispiel Kabel und Schleifenbeschriftung 26
8.5. Glasfasermuffen 27
8.6. Beschriftung der Kassetten 28
8.7. Verbinden von Glasfasern 29
9. OTDR – Messungen 30

9.1. Auswertung OTDR - Messung 30
10. Fotodokumentation 31
11. Allgemeine technische Richtlinie (ATR) 32
1. Zweck der Messungen & Prüfung 33
2. Allgemeine Anforderungen 33
a) **Messmittel & Technische Anforderungen** 34
b) **Messdaten & Dokumentation** 35
3. OTDR-Messung 35
a) **OTDR-Einstellungen** 35
b) Grenz- & Planwerte 36
c) **Bezeichnung Dateiname & Messstrecken** 37
4. OTDR-Prüfaufbau & Messablauf 38
a) **Einseitige Messung mit Vorlauffaser** 38
b) **Bidirektionale OTDR-Messung mit Vor- & Nachlauffaser für Verbindungslinien (Backbone)** 39
c) **Qualifizierung Vor- & Nachlauffaser** 40

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
AT	Arbeitstage
ATR-OTDR	Allgemeine Technische Richtlinie OTDR
Backbone	Hauptnetz
DI	Digitale Infrastruktur Landkreis Cham
DIN 4124	Richtlinien für Baugruben und Gräben-Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
DTAG	Deutsche Telekom AG
ES	Endstopfen
EZA	Einzelzugabdichtung
FTTB	Fibre to the Building
FTTC	Fibre to the Curb
FTTH	Fibre to the Home
GF	Glasfaser
GPS	Global Positioning System
KR	Kabelrohr
KMR	Kennzeichnungsschild mit Rohrverschluss
LV	Leistungsverzeichnis
LWL	Lichtwellenleiter
MD	Mauerdurchführung
MR	Mikroeinzelrohr
MRV	Mikrorohrverband
NVT	Kabelnetzverteiler
POP	Point of Presence
RSA	Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen
SK	Schutzkappe
ZTV	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen
ZTV A-STB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt
ZTV-TK Netz 20	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen Telekommunikation
ZTV-SA	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen (MVAS)

1. Allgemeines

In der Verlege- u. Montageanleitung sind Aussagen darüber zu finden, welche konkreten Bauweisen auf den Gebieten Kabelverlegung, Bau von Kabelanlagen, Kabel- und Glasfasermontage etc. anzuwenden sind, welche Bauteile einzusetzen und wie diese Bauteile einzubauen sind.

Im Regelfall wird laut aktuell gültigen Richtlinien und Normen und nach den anerkannten Regeln der Technik gebaut.
Die Anleitung beruft sich in Teilen auf die ZTV 11, ZTV 40, ZTV 43 und ZTV48 der DTAG und an die ZTV-Tiefbau und LWL-Montagen, Teil 1-3 der Vodafone GmbH und deren Bestimmungen.
In Einzelpunkten kann die Anleitung von den oben genannten ZTV und Richtlinien abweichen.
Die bereits im LV-Tiefbau, Montage und Kabeleinzug angegebenen Verlege- und Montage-bestimmungen bleiben von dieser Anleitung unberührt und sind zwingend einzuhalten.
Öffentlich-rechtliche Anforderungen (wie z. B. Naturschutz-, Artenschutz- und Wasserrecht) werden durch diese Anweisung nicht berührt. Die gesetzlichen Vorgaben sind einzuhalten. Die Bauarbeiten dürfen nur bei Vorliegen der jeweils erforderlichen Genehmigung durchgeführt werden.

Im Rahmen dieser Anleitung können u. a. folgende Arbeiten anfallen:

- Das Erstellen von Verkehrszeichenplänen, Einholen der verkehrsrechtlichen Anordnung bei den zuständigen Dienststellen, Auf- und Abbauen von Warneinrichtungen und ggf. von Absperr-einrichtungen nach der StVO bzw. der RSA
- Transport und Aufstellen der MRV-u. Kabeltrommeln mit dafür geeigneten Fahr- und Hebezeugen
- Öffnen und Schließen von Kabelschächten
- Entfernen von Wasser und Schlamm aus den Kabelschächten oder Kabelziehgruben
- Lagern bzw. Umlagern von Kabel, MR, MRV in den Kabelschächten, Ziehgruben u. ä.
- ggf. notwendiges anschneiden bzw. wiederverschließen von MRV
- Einziehen von MR, MRV mit einer Ziehwinde oder von Hand inkl. dem Erstellen eines Einziehprotokolls (Zugkraftverlauf über der Länge, max. eingestellter Zugkraftwert, als PDF-Datei).
- Verbinden von MRV und MR einschließlich aller zugehörigen Arbeiten
- Einblasen von Gf-Mikro-Kabel (Ø ca. 3,1 mm) und Gf-Minikabel (Ø ca. 4,1 – 10,4 mm) inkl. dem Erstellen eines Einblasprotokolls als PDF-Datei. Das Einblasprotokoll ist vorzugsweise ein von der Einblasmaschine erstelltes elektronisches Einblasprotokoll (Erfassung der Einblasdaten durch Sensoren).
- ggf. das Aus-und Zurückblasen von Gf-Mini-und Mikrokabel mit Druckluftunterstützung
- Verschließen bzw. Abdichten der verlegten MR und MRV

- Kennzeichnung der MR und MRV sowie der eingeblasenen GF-Kabel

1.1. Beistellen von Stoffen und Materialien, Vorhalten von Maschinen und Geräten

Sämtliches Montagematerial wird, sofern im Leistungsverzeichnis nicht anders aufgeführt, vom Eigenbetrieb Digitale Infrastruktur bereitgestellt.
Vom AN wird eine sorgsame und dem Auftrag entsprechende bedarfsgerechte Verwendung der zu Verfügung gestellten Materialien erwartet. Der AN hat für eine sachgerechte Zwischenlagerung auf zur Verfügung gestellten Lagerplätzen zu sorgen.

Lieferungen und Lagerung durch den AN
Die vom AN zu liefernden Stoffe und Bauteile müssen den aktuell geltenden technischen Vorschriften oder den Anforderungen des Eigenbetriebes entsprechen. Vor deren Verwendung ist eine Freigabe beim Eigenbetrieb einzuholen.
Von Seiten des AN zu liefernde Stoffe und Bauteile sind z. B. Abdichtstoffe, Dichtungsbänder aus Kunststoff, Dübel, Schrauben und Schellen gemäß DIN-ISO Tabellen, Einblasspitzen für das Einblasen von Mini-u. Mikroglasfaserkabel, Putzlappen und Reinigungsschwämme, Kabelgleitmittel zum Einblasen der GF-Kabel in MR, Beschriftungsstreifen-u. Schilder für Kabel, MR und MRV, usw.

Vorhalten von Maschinen und Geräten
Der AN hat alle Maschinen und Geräte zur fachgerechten Ausführung der notwendigen Arbeiten vorzuhalten. Das können u.a. sein:

- Bohrmaschinen
- Deckelheber für Kabelschachtabdeckungen
- Gaswarngeräte
- Gleitrollen, Kabelschleifbögen
- Kabelscheren, Rohrscheren, Schneidgeräte für MR, MRV
- Kabel-u. Rohrtrommeltransporter und Hebegeräte,
- Kabeltrommelböcke mit leichtgängig gelagerten Wellen, Kalibriergeräte für KR-Strecken, Ortungsgeräte, Sender und Zubehör, Festkaliber verschiedener Durchmesser, usw.
- Einblasgeräte für Glasfaserkabel und MR mit zugehörigen Crashtesteinrichtungen und den dazu geeigneten Kompressoren (gemäß Herstellerangaben)
- Rohrscheren, Anfaser und Schälmesser für Rohre aus PE-HD und PVC-U
- Thermometer zur Messung der Kabeltemperatur
- Messschieblehre zur Messung der Kabel-u. Rohraußendurchmesser

1.2. Überprüfung von Mikrorohrverbänden

Ovalität

Die Ovalität des Innendurchmessers der Mikrorohre darf bei Anlieferung auf der Trommel beim Lagerplatz des AN maximal 8% des nominalen Innendurchmessers betragen. Dies ist durch den AN stichpunktartig zu überprüfen.
Die dafür notwendigen kalibrierten Keramik-Prüfkugeln werden dem AG durch den Eigenbetrieb zur Verfügung gestellt und übergeben.

Nach Beendigung der Einzieh- bzw. Verlege Arbeiten behält sich der Eigenbetrieb vor, eine zuvor festgelegte Anzahl von MR mittels einer Rohr-Dichtheitsprüfung vom AN überprüfen zu lassen.

1.3. Durchführung der Druckprüfung

Die anzuschließenden Druckmanometer prüfen einzelne Rohre oder mehrere Rohre gleichzeitig auf Dichtheit, der Prüfvorgang ist zu protokollieren.
Das Protokoll der Druckprüfung muss mindestens folgende Informationen enthalten: Clusterbezeichnung, Ort der Prüfung, Bezeichnung der geprüften Rohrstrecke, Datum / Uhrzeit, Prüfdruck der Hauptprüfungsphase, registrierter Druckabfall sowie „Prüfkriterien erfüllt“ oder „Prüfkriterien nicht erfüllt“.
Die Prüfprotokolle sind als PDF-Datei dem Eigenbetrieb zu übermitteln. Auf dem Prüfprotokoll ist das jeweilige Aktenzeichen sowie das Baucluster anzugeben.

Füllphase

Während der Füllphase der Rohranlage muss der Druck am Anfang und am Ende mit einem einfachen Manometer ermittelt werden. Werden mehrere Rohre einer Rohrstrecke geprüft, ist das Manometer nur am Ende des längsten Rohres anzubringen. Alle kürzeren Rohre werden druckdicht verschlossen. Eine vollständige Füllung der Anlage ist sichergestellt, wenn der Prüfdruck auf beiden Seiten der Rohranlage gleich ist.
Werden mehrere Rohre einer Rohranlage geprüft, ist zunächst an jedem Einzelrohr eine Vorprüfung durchzuführen (Prüfzeit 5 min, Prüfdruck 5 bar, max. Druckabfall 0,5 bar).
Rohre die diese Prüfung nicht bestehen müssen von einer weiteren Prüfung ausgeschlossen werden.

Hauptprüfungsphase

Folgende Parameter sind bei der Hauptprüfungsphase zu berücksichtigen:

- Prüfdruck: 5 bar (±6 %)

- zul. Druckabfall während der Hauptprüfung: 0,5 bar
- Die Dauer der Hauptprüfung ist entsprechend der Rohrlänge und der Anzahl der gleichzeitig zu prüfenden Rohre über die Formel zu berechnen:

$$t = t_{min1} + n \times t_{min2} \times L_F$$

t = Dauer Hauptprüfung
t_{min} = Mindestprüfzeit t_{min1} = 5 min t_{min2} = 3 min
n = Anzahl Rohre
L_F = Rohrlänge[m] / 1.250 (Längenfaktor)

Eine Prüfung mit moderner elektronischen Prüftechnik ist zulässig, wenn diese nach Angaben der Hersteller der Prüfgeräte durchgeführt wird. Der Einsatz ist im Vorfeld mit der Bauleitung abzustimmen.

1.4. Prüfung zur Durchgangskontrolle von MR

Das Prüfverfahren kann unmittelbar nach Abschluss der Einzieh- oder Verlegearbeiten angewandt werden.
MR 10 x 2,0 mm und 20 x 2,0mm werden mit Druckluft auf Durchgang geprüft. Dabei ist ein mit Gleitmittel benetzter Schwamm durch das Rohr zu blasen. Die Dimensionierung des Schwammes ist vom Rohrinnendurchmesser abhängig, bei einem Rohraußendurchmesser von 10mm beträgt er 16x50mm, bei einem Rohraußendurchmesser von 20mm beträgt er 32x50mm

2. Allgemeine Hinweise zu den Einblasarbeiten

2.1. Einblasgeräte für Gf- Mikro- und Minikabel

Einblasgeräte zum Einblasen von Mini- (ca.4,1 – 10,4 mm Ø) und Mikrokabel (ca. 3,6 mm Ø) müssen u.a. folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Die Maximaleinblasgeschwindigkeit sollte auf 80m/min begrenzt sein.
- Der höchstzulässige am Gerät voreingestellte Anpressdruck des Vorschubes auf das Kabel ergibt sich aus dem Crashtest. (s. S. 10)
- Die zulässige Vorschubkraft ergibt sich aus dem Crashtest. (s. S. 10)
- Die Vorschubeinrichtung muss bei einem plötzlichen Stillstand des Kabelanfangs sofort abschalten.
- Die eingebrachte Kabellänge muss laufend angezeigt werden.
- Die Einblasgeschwindigkeit muss laufend angezeigt werden.
- Der Einblasdruck von 1,4 MPa darf nicht überschritten werden.
- Unebenheiten des Kabels müssen durch die Andruck-/ Vorschubeinrichtung federnd ausgeglichen werden.
- Ein Hochbiegen des Kabels innerhalb der Vorschubeinrichtung darf keinesfalls vorkommen.

Mikrokabel sind ausschließlich mit Einblasgeräten mit eingebauter Rutschkupplung oder mit ausgestatteter mechanischer/elektronischer Schubkraftkontrolle einzublasen.

2.2. Kompressoren zum Einblasen von Gf-Mini-und Mikrokabeln

Kompressoren zum Einblasen von Mini- (ca.4,1 - 10,4 mm Ø) und Mikrokabel (ca. 3,6 Ø) in MR müssen u.a. folgende Anforderungen erfüllen:

- Der Maximaldruck ist mit 1,5 MPa (15 bar Überdruck) nicht zu überschreiten.
- Der mindestens gelieferte Volumenstrom muss 1 m3/min betragen.
- Eine Öl- und Wasserabscheidung in der Druckluftzuführung zum Einblasgerät muss vorhanden sein.

2.3. Gleitmittel zum Einziehen und Einblasen

Als Kabelgleitmittel für das Einblasen von Minikabel –bzw. Mikrokabel in MR sind z. B. die Gleitmittel

- Micro Jetting Lube MJL Hersteller: Polywater Europe BV; (Lieferant z.B. Fa. Vetter Kabelverlegetechnik GmbH, Lottstetten),
- Lube50 (Hersteller: Polywater Europe BV; Lieferant z. B. Fa. Bagela Baumaschinen GmbH)
- Prelube 5000 (Hersteller: Polywater Europe BV; Lieferant z. B. Fa. Lancier Cable GmbH)

geeignet.

Diese Produkte der vorgenannten Lieferanten stellen keine Grundwassergefährdung dar, es liegt ein DIN-Sicherheits-Datenblatt für sie vor. Darüber hinaus Sie sind hinsichtlich ihrer Reibbeiwerte die anerkannt besten Gleitmittel. Bei Verwendung von hier nicht aufgeführten Gleitmitteln ist dem Eigenbetrieb der Nachweis zu erbringen, dass von der Verwendung der Gleitmittel keine Grundwassergefährdung ausgeht.

3. Lagerung MR, MRV und Gf-Kabel

Die MRV-Enden müssen während des Transportes und der Lagerung wasserdicht verschlossen sein.

Bereits bei der Anlieferung beschädigte Trommeln (z. B. beschädigte Trommelflansche oder gebrochene Trommelwände weisen auf ein Herabfallen vom Lieferfahrzeug hin) sind sofort beim Eigenbetrieb zu melden.

Unverschuldete Beschädigungen an Kabeln, Trommeln, MR, MRV etc. sind seitens des annehmenden AN fotografisch zu dokumentieren.

Glasfaserkabel (Mikro und Mini) dürfen wegen ihres Aufbaus und ihrer Beschaffenheit nicht ungeschützt gegen Witterungseinflüsse und Verschmutzung gelagert werden

Kabel sind nur bei zulässigen Umgebungstemperaturen anhand der Herstellerangaben (s. Datenblätter) einzublasen. Die in den Datenblättern aufgeführten Temperaturbedingungen gelten erst dann als erfüllt, wenn das betreffende Kabel während der letzten 12 Stunden vor dem Einblasen nicht einer Temperatur außerhalb der angegebenen Temperaturen ausgesetzt war. Bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes sind die Kabeltrommeln nach Möglichkeit vor dem Einblasen 12 bis 24 Stunden in geheizten Räumen zu lagern.

Die Spulen sind vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen.

GF-Kabel, deren Windungen auf der Trommel zusammengefroren sind, müssen vor dem Einblasen aufgetaut werden. Hierzu ist die Trommel nach Möglichkeit in z. B. beheizten Hallen, abzustellen.

Der AN hat stichpunktartig die Gf-Kabel auf Abweichungen des Außendurchmessers mittels einer geeigneten Messschieblehre zu überprüfen.
Die Durchmessertoleranz darf +/-0,1mm nicht über-oder unterschreiten. Bei Abweichungen von der vorgeschriebenen Toleranz ist der Eigenbetrieb umgehend zu informieren.

4. Einblasvorgang

Gf-Mini- und Mikrokabel dürfen generell nicht eingezogen oder eingeschoben werden.
Die Kabel sind nicht dafür konstruiert.

Beim Einblasen der Kabel ist die Trommel bzw. die Abspulvorrichtung so aufzustellen, dass das Gf-Kabel von der Unterseite der Spule in möglichst flachem Bogen und unter Einhaltung der zulässigen Biege- bzw. Umlenkradien abläuft. Dadurch werden mechanische Beschädigungen beim Abtrommeln vermieden. Die Trommel ist ständig leicht zu bremsen, um ein Nachlaufen der Trommel bei einem unvorhergesehenen Stopp des Vorganges und damit ein Stauchen oder Knicken des Gf-Kabels zu verhindern.

4.1. Crashtesteinrichtung für Einblasgeräte aller Größen

Vor Beginn eines Einblasvorganges mit einem neuen Kabel oder im Falle einer starken Veränderung der Außentemperatur ist jeweils ein Crashtest durchzuführen.
Dabei wird die Vorschubkraft des Gerätes so limitiert, dass die Vorschubeinrichtung das Kabel nicht beschädigen kann.
Die dafür notwendigen Einrichtungen und Einstellungen sind den Herstellerangaben der Einblasgeräte zu entnehmen.
Die Ergebnisse des Tests sind auf einem zu erstellenden Einblasprotokoll zu dokumentieren. Auf dem Einblasprotokoll ist das Aktenzeichen sowie das jeweilige Baucluster anzugeben.

Die Einblasarbeiten müssen, vorzugsweise mit einem maschinell erstellten elektronischen Einblasprotokoll, für jeden Einblasvorgang dokumentiert werden.
Die Einblasprotokolle sind dem Eigenbetrieb nach Abschluss der Arbeiten als pdf-Datei zu übergeben.

Beim Einblasen von Gf-Mini- oder Mikrokabeln sind in die MR vor Beginn des Einblasvorgangs spezielle Gleitmittel einzubringen. Dazu wird ein Schwamm aus geschlossen porigem Schaumstoff (Durchmesser ca.2-facher Rohrinnendurchmesser) durch das Rohr gedrückt. Die notwendige Menge des Gleitmittels ist den Angaben der Gerätehersteller zu entnehmen. Der Schwamm soll dabei mit niedrigen Einblasdruck das MR durchlaufen, dadurch wird eine gleichmäßige Verteilung des Gleitmittels sichergestellt. Bei den zu verwendenden Gleitmittel verweisen wir auf die bereits unter 2.3 erwähnten Gleitmittel, die optimale Einblasergebnisse erzielen und biologisch abbaubar sind.
Zusätzlich kann ein automatischer Kabelöler nach dem Einblaskopf angeordnet werden, dadurch werden lt. Angaben der Gerätehersteller bis zu 10- 20 %-bessere Einblasergebnisse erzielt.

Achtung:

Im Winter besteht bei Temperaturen unterhalb von -2 °C die Gefahr des Gefrierens des Kabelgleitmittels und damit verliert sich die Gleitwirkung.

Die Spitzen der Gf-Mikro-oder Minikabel sind mit passenden Schraubkappen aus Metall zu schützen. Es ist dafür zu sorgen, dass die Gf-Mikro-oder Minikabel ruck frei von der Kabeltrommel abgezogen werden können und nicht ungeschützt über Kanten laufen. Ein Abbremsen und Stoppen der Kabeltrommel bei einer Unterbrechung des Einblasprozesses muss jederzeit möglich sein.

Sollen Gf-Kabel, z.B. um die ungeschnittene Kabellänge in einem Streckenabschnitt zu erreichen, in Schleifen oder Achten ausgelegt werden, so ist durch geeignete Maßnahmen dafür Sorge zu tragen, dass die Kabel nicht verschmutzt oder beschädigt werden.

Das ungeschützte Ablegen von Kabel auf der Erde muss zwingend unterbleiben. Um Beschädigungen der Gf-Minikabel/-Mikrokabel durch mechanische Einflüssen zu verhindern, können die Kabelüberlängen mit Hilfe spezieller Auffangvorrichtungen abgelegt werden.

GF-Mikro und Minikabel bedürfen einer sehr sensiblen Behandlung, eine Verschmutzung mit Staub oder auch nur Wasser kann beim Einblasen aufgrund eines erheblich verringerten Luftspaltes rund um das Kabel massive Folgen nach sich ziehen.

4.2. Kabelüberlängen

Im POP ist vor dem ODF eine Überlänge auf der Überlängenablage im Kabelraum abzulegen. Diese Überlänge ist in den Kabelzugplänen und den Kabelzuglisten nicht berücksichtigt.
Die Überlänge pro Kabel soll 10m betragen.
Muffenverbindungskabel und Hausanschlusskabel sind an jeder Muffe mit gleichlanger Überlänge abzulegen. Die Überlänge muss ausreichend sein um das Spleißen der Muffe am Tisch oder im NVT auch dann zu gewährleisten, wenn einmalig neu abgesetzt werden muss. Die Überlänge soll 10-15m betragen. Diese Überlänge ist nicht in den Kabelzugplänen angegeben und in den Kabelzug-listen nicht berücksichtigt.
Kabelschleifen sind in den Kabelzugplänen vermerkt. Ihre Überlänge ist jedoch in den Längenangaben der Kabelzuglisten nicht berücksichtigt. Kabelschleifen werden wie doppelte Muffenüberlängen zuzüglich einer Absetzlänge ausgelegt. Die Schleifenlänge soll deshalb 25-35m betragen.

Nach Abschluss der Einblasarbeiten sind MR mit Gf-Mini–oder Mikrokabel mittels EZA gas- und wasserdicht zu verschießen.

Enden Unbelegte MR bzw. Einzelröhrchen von MRV dauerhaft im Erdreich oder im Kabelschacht, sind diese mit druckdichten Endstopfen zu verschließen.

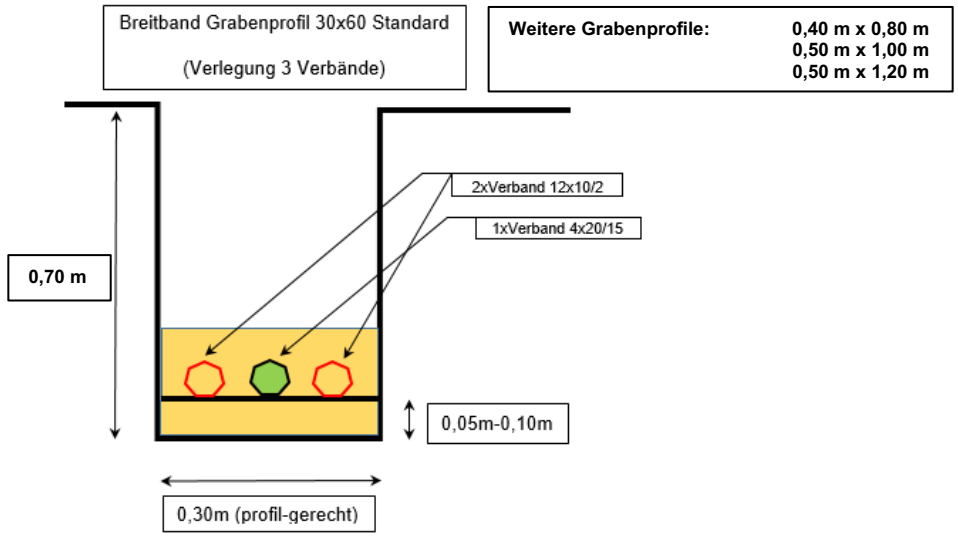
Bei Arbeitsunterbrechungen und Zwischenlagerung der Trommeln können MR auch mit den entsprechenden Schutzkappen provisorisch abgedichtet werden.

Endet das Kabel

- innerhalb eines Gebäudes, so ist die Beschriftung mit MR-Beschriftungsetiketten durchzuführen
- im Gf-NVt, in Kabelschächten und Muffen ist die Beschriftung mit MR-Beschriftungsetiketten durchzuführen oder mit geeigneten Kennzeichnungsschilder für MR 10 oder 20.
- im Erdreich, so ist die Beschriftung mit dem Eigenbetrieb abzustimmen und entsprechend auszuführen.

5. Verlegung von Mikrorohren und Mikrorohrverbänden

MRV und Leerrohre werden standardmäßig in einem Graben mit 0,30 m x 0,60 m verlegt. Das Staatliche Bauamt und der Landkreis können für ihre Straßenbereiche gesonderte Regelquerschnitte, wie beispielsweise 0,40 m x 0,80 m oder 0,50 m x 1,00 m oder 0,50 m x 1,20 m fordern, diese Richtlinien sind aus den angefügten Regelquerschnitten zu entnehmen und so umzusetzen.



Aufgrund der besonderen Bedeutung der Backbone- und Zubringerleitungen, ist eine Verlegung ausschließlich nur auf öffentlichem Grund zulässig und zwingend in einer Tiefe von > 1,00 m auszuführen.

Einer Verlegung von Backbone- und Zubringerleitungen im Bankettbereich wird nur in Ausnahmefällen zugestimmt.

Dies gilt nicht nur für Staats- und Kreisstraßen, sondern auch für untergeordnete Straßen und Wege.

Bei Mitverlegungsmaßnahmen im Ausbaubereich von Straßen sind diese Mindestüberdeckungen ebenfalls einzuhalten. Die Kabelschutzanweisungen von Fremdspartenträgern sind immer einzuhalten. Bei Problemen liegt die Koordination der Änderungen beim AN.

Die geforderten Regelquerschnitte können bei Längsverlegungen variieren. Bei Querungen und Verlegungen im späteren Straßenkörper sind die Regelverlegetiefen ohne Abweichung einzuhalten.

Straßenquerungen sind immer mit zusätzlichen Leerohrsystemen zu verrohren. Bsp.: 1A-PE 50x4,6 mm, Kabelschutz aus PVC 100mm/5,3m, Kabelschutzrohr aus PVC 160mm/9,1m.

Bei den zu verwendenden Materialien, wird nach dem Materialkonzept des Bundes Version 4.1 für den Breitbandausbau vorgegangen. Jegliche Materialabweichung Bedarf einer Genehmigung durch den Eigenbetrieb und die Förderstelle des Bundes.
Das Materialkonzept finden Sie hier:

https://gigabit-projekttraeger.de/wp-content/uploads/2022/02/190402_Materialkonzept_4.1.pdf

Bei allen Verlegungen von SNRV und Leerohren ist darauf zu achten, dass die Verbände und Leerrohre geradlinig und unter Einhaltung der Mindestbiegeradien der Hersteller verlegt werden. Bei Verlegung mehrerer Rohrverbände in einem Graben, ist die Verlegung so auszuführen, dass alle Leitungen geradlinig nebeneinanderliegen. Die Umhüllung der Rohre mit Sand muss ganzheitlich gegeben sein. Falls der Platz nicht ausreicht, ist der Graben in 10 cm Schritten zu verbreitern, dies muss vorab mit dem AG abgestimmt werden. Bei weiteren Änderungen ist den Anweisungen der Wegebaulastträger unbedingt Folge zu leisten.

	Grabenbreite in m			
Verlegung Verbände/Leerrohre bis 3 Stück mit je d= 50 mm	0,30	0,40	0,50	0,50
Verlegung Leerrohre bis 3 Stück bis d = 110 mm	0,30	0,40	0,50	0,50
Verlegung Verbände/Leerrohre bis 5 Stück mit je d = 50 mm	0,40	0,40	0,50	0,50
Überdeckung der Mikrorohrverbände in m	0,60	0,80	1,00	<1,20
Verlegung Leerrohre bis 5 Stück bis d = 110 mm	*	*	*	*

Zu beachten sind nicht die Außendurchmesser der Rohre, sondern die Anzahl jeglicher Änderung des vereinbarten Grabenprofils muss vorab mit dem Eigenbetrieb abgestimmt werden.

* Rücksprache mit AG

Die Leitungszone ist mindestens 15 - 20 cm mit Sand zu verfüllen, der obere Abschluss der Leitungszone wird durch das Trassenwarnband markiert, dieser wird direkt auf die Sandbettung gelegt (keine Steine zum Beschweren verwenden).

Auslegen von MR oder MRV

MR- oder MRV-E werden im Sandbett auf einer geebnet vorbereiteten Grabensohle nebeneinander, ohne Überkreuzungen und straff unter Zugbelastung eingebracht. Dies geschieht durch das fixieren eines Endes und spannen des MRV unter Nutzung der Trommelbremse am Trommelwagen.

Eine wellenförmige Verlegung ist zu vermeiden (die erreichbare Einblasstrecke wird bei wellenförmiger Verlegung stark verkürzt). Kann eine starke Wellenbildung beim Abtrommeln nicht verhindert werden, weist dies auf einen Materialfehler seitens des Herstellers hin. In diesem Fall ist die Trommel auszutauschen .

Beim Verfüllen der Leitungszone mit Sand bis 10 cm über den Rohrscheitel sind die MRV im gespannten Zustand zu halten.
Beim Abziehen der MR/MRV von der Trommel ist diese permanent leicht zu bremsen, damit ein Nachlaufen und damit die Gefahr von Stauchungen und Knickungen der MR/MRV vermieden wird. Während des Ablaufens von der Trommel ist das MR bzw. der MRV auf mechanische Beschädigungen zu überprüfen (Sichtprüfung). Etwaige Beschädigungen sind sofort zu entfernen (1m links und rechts abschneiden und die MR umlaufend neu verbinden). Trennen und Schneiden ist nur mit den dafür, vom Hersteller zugelassenen Werkzeugen (Rohrschneider, Rohrverbandsschneidezange) zulässig!

Ein Abwickeln des Rohrverbandes über den Flansch (in Richtung der Spulenachse) ist nicht zulässig, da die dadurch entstehende Wellenbildung des MRV nicht mehr behoben werden kann.

Werden MR/MRV in Teillängen eingebaut, so sind die auf der Trommel verbleibenden Restlängen mit Schutzkappen oder Endstopfen staub- und spritzwasserdicht zu verkappen und nach Abschluss der Arbeiten zu fixieren.

Beim Einziehen von MR bzw. MRV in Kabelschutzrohren von Hand oder mit Winde ist zwingend auf die Abrollrichtung der Trommel und die Einziehrichtung zu achten. Diese ist in der Regel auf der Trommel mittels einer Markierung angegeben.

Aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen, die vor und nach der Verlegung an MR und MRV auftreten, benötigen diese eine Ruhezeit zur Rückstellung.
Diese Rückstellung ist nach frühestens 24 Stunden so weit abgeschlossen, dass mit dem Einbau von Doppelsteckmuffen, Einzelzugabdichtungen, usw. begonnen werden kann.

Die Rückstellzeit der Dehnung nach dem Verlegen wird beeinflusst durch:

- die Länge
- die örtlichen Temperaturverhältnisse
- die aufgekommenen Zugkräfte (bei Einzug)

6. Errichten von Schachtbauwerken und Kabelverteilerstandorte

Bei erforderlichen Schachtbauwerken ist die genaue Lage aus den zu Verfügung gestellten Plänen zu entnehmen und vorab mit dem Eigenbetrieb abzustimmen. Eventuell notwendige Standortänderungen müssen **zwingend** vorher vom Eigenbetrieb freigeben werden. Die Schächte müssen ebenfalls GPS mäßig erfasst werden. Schachtbauwerke aus Beton und in gesonderten Fällen aus Kunststoff sind zulässig. Bei Durchführungen eines Kabelschachtes oder bei Einführungen, sind diese gegen den Eintritt von Wasser abzudichten. Die Verlegung im Kabelschacht erfolgt grundsätzlich an den Schachtwänden damit der Schacht frei zugänglich bleibt.

Dies ist mit Bildern in den Dokumentationsunterlagen nachzuweisen. (bei Fertigteilschächten Montageanleitung beachten).

Beim Errichten von NVT-Standorten im Zuge der Mitverlegung müssen alle technischen Richtlinien und Sicherheitsabstände der betroffenen Wegebaulastträger eingehalten werden. Die Errichtung von NVT-Standorten kann nach der ZTV-TK Netz 20 erfolgen, muss aber auf jeden Fall mit dem AG abgestimmt sein.

Die Einführung und lagenmäßige Fixierung des Kastens muss mit Bildern dokumentiert werden (Sandbetonkeil, Rohrzuführung durch Wellrohre mit Abdichtungstopfen, Blähtonverfüllung…). Rohrenden und Rohrzuführung zum NVT sind im Erdreich, mit den dafür vorgesehenen EZA für Verbände und Leerohren abzudichten und im Erdreich abzulegen.

6.1. Anbindung von Kabelzugschächten

Die Kabelzugschächte sind vorzugsweise stirnseitig mit den Mehrfachrohrverbänden anzubinden.
Eine längsseitige Anbindung ist in jedem Fall vorher mit dem zuständigen Bauleiter des Eigenbetriebes abzuklären und freigeben zu lassen.
In den Kabelzugschächten sind die MRV so zu kürzen, dass eine Mindestlänge der Einzelrohre von mindestens 0,25m gegeben ist.
Die im oberen Bereich der Rohröffnung liegenden Züge sind zur besseren Montage der EZA um weitere 0,10 m zurückzuschneiden, die Länge der darunterliegenden Züge erhöht sich entsprechend.

Es muss nach der Rückstellung der Dehnung noch ein Überstand von 0,25 m über jeder Ein - führungstülle des Kabelzugschachtes hinaus verbleiben.

Bei der Einführung in den Kabelschacht ist darauf zu achten, dass ca. ein Meter vor dem Kabelschacht der Außenmantel des Verbandes entfernt wird und die Einzelrohre ohne Außenmantel in den Schacht eingeführt werden.
Hintergrund ist, dass mögliche Schleichgase, die im Hohlraum zwischen Mantel und Einzelrohren auftreten können, entweichen und sich nicht im Kabelschacht sammeln können.
Im Kabelschacht müssen zur eindeutigen Identifikation des MRV nachträglich die Einzelrohre als Paket mit einem Teil des entfernten Außenmantels vertauschungssicher farblich gekennzeichnet werden.

Enden MRV 12x10 oder MRV 6x10 zur Kundenanbindung in einem Netzverteiler-oder Kollokationsverteilerschrank, so sind diese nicht über den Kabelschacht vorm Verteiler, sondern direkt in den Verteilerschrank einzuführen.

Das Schneiden der MRV und MR ist zwingend mit einer geeigneten Rohrschere oder geeigneten Schlauchabschneider für MR gemäß nachfolgender Abbildungen durchzuführen.
Ein Durchtrennen mit einer Säge ist absolut unzulässig!

Endet eine erdverlegte MRV oder MR-Anlage im Erdreich, so sind hier die einzelnen Rohrenden mit druckdichten Endstopfen abzuschließen, nicht mit Klebeband (Eindringen von Schmutz und Wasser), der Ablagepunkt ist vermessungstechnisch zu erfassen.
Diese Arbeiten sind mit Fotos zu dokumentieren, und müssen nach Beendigung der Arbeiten dem Eigenbetrieb zur Verfügung gestellt werden.
Zu allen KR, MRV und MR ist generell ein vom Eigenbetrieb zur Verfügung gestelltes Trassenwarnband mitzulegen.

Hausanschlüsse im Zuge einer Mitverlegung, sind mit 10/6mm Einzelspeedpipes auszuführen und müssen aufgrund von späteren Netzabweichungen beidseitig und somit doppelt ausgeschleift werden.
Ob Hausanschlüsse bereits ins Gebäude oder vor der Gebäudegrenze oder nur als Grundstückserschließung ausgeführt werden müssen, ist vorab mit dem Eigenbetrieb zu klären.

Abzweighülsen/Hilfen werden nicht verbaut. Im Bereich von HA-Abzweigen ist eine höhere Sandüberdeckung sinnvoll (20 bis 25 cm). Bei dementsprechender Sanddeckung ist eine einfach und erdverlegte Variante des HA-Abzweigs völlig ausreichend. Bei sauberer Verlegung ist keine

Abzweighilfe notwendig. Die Farbkennung der einzelnen Hausanschlüsse ist vom AN festzuhalten und dem Eigenbetrieb mit der Dokumentation zu übergeben.

MR sowohl einzeln als auch in den Verbänden werden in verschiedenen Farbkennzeichnungen angepasst an die Farbcodierung der Glasfasern in einem Kabel geliefert (s. nachfolgende Tabelle). Die in der Tabelle aufgeführte Verteilung der Farbcodierung für die einzelnen Rohrtypen ist generell einheitlich durchzuführen. Es ist darauf zu achten, dass die Farbkennzeichnungen innerhalb einer Trasse mit einzelnen MR bzw. mit MRV immer, auch nach Verbindungen oder Abzweigen, konsequent weitergeführt werden.

MR.-Nr.	Farbe	MR-Nr.	Farbe	Zusatzmarkierung
1	Rot	13	Rot	Streifenmarkierung
2	Grün	14	Grün	Streifenmarkierung
3	Blau	15	Blau	Streifenmarkierung
4	Gelb	16	Gelb	Streifenmarkierung
5	Weiß	17	Weiß	Streifenmarkierung
6	Grau	18	Grau	Streifenmarkierung
7	Braun	19	Braun	Streifenmarkierung
8	Violett	20	Violett	Streifenmarkierung
9	Türkis	21	Türkis	Streifenmarkierung
10	Schwarz	22	Schwarz	Streifenmarkierung
11	Orange	23	Orange	Streifenmarkierung
12	Rosa	24	Rosa	Streifenmarkierung

Farbcode nach DIN VDE 0888 (g. einheitlichem Materialkonzept 4.1 des Bundes)

6.2. MR in Bauwerke einführen oder außen am Haus abschließen

Der Montageort des APL sollte vorzugsweise im Gebäude vorgesehen werden.
Wird der Montageort des APL außen am Haus vom Eigentümer festgelegt, ist das MR bis an die Hauswand plus für den Anschluss erforderlicher Mehrlänge zu legen. Die Montagehöhe aussen richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten, eine Mindesthöhe von 1,2 m und eine Maximalhöhe von 1,6 m über Erdgleiche ist einzuhalten. Die MR müssen mit ausreichendem Verlege Radius an die Wand geführt werden, um ein späteres Einblasen zu ermöglichen. Die Hochführung an der Wand ist mit dem Hauseigentümer abzustimmen und mechanisch mit einem Alu-Steigrohr DN16 bis kurz unter die Erdgleiche zu schützen. MR müssen auf der gesamten Länge der Hochführung UV-geschützt verlegt werden.

Bei innenliegenden Montageort des APL, ist das MR unterirdisch mit einer Mauerdurchführung einzuführen und fachgerecht abzudichten. Es ist darauf zu achten, dass Ausbrüche und beschädigte

Dichtanstriche, die nicht vom Mauerdurchführungsbauteil abgedeckt werden, vor dem Einbau der Mauerdurchführung fachgerecht wiederhergestellt werden.
Ist eine Einführung unterirdisch nicht möglich, ist das MR an der Hauswand hochzuführen und oberirdisch einzuführen. Die Hochführung ist mit dem Hauseigentümer abzustimmen und mechanisch mit einem Alu-Steigrohr DN16 bis kurz unter die Erdgleiche zu schützen.
Auch hier ist auf eine UV-geschützte Verlegung des MR auf der gesamten Länge der Hochführung und dem Bereich der Einführung zu achten. Dazu ist oberhalb des Alu-Steigrohrs eine Hauseinführung lückenlos gemäß Montageanleitung einzubauen.
Nach der Gebäudeeinführung sind die MR gemäß DIN EN 50174-2 innerhalb von 3 m z.B. an einem APL gemäß Montageanweisung abzuschließen.
Müssen die MR innerhalb eines Gebäudes weitergeführt werden, ggf. in einen anderen Brandabschnitt, ist auf die örtlich geltenden Brandschutzvorgaben zu achten und auf spezielle Innen-MR (MRi) zu wechseln.
Zwischen zwei Brandabschnitten ist immer ein Brandschott gemäß den örtlich geltenden feuerpolizeilichen Vorschriften einzubauen.
Eine Weiterverlegung im Gebäude muss in jedem Fall einzeln durch den Eigenbetrieb vorher freigegeben werden!

Kundeneigene eingebaute Gebäudeeinführungen bzw. Mehrspartenhauseinführungen, die vom Hauseigentümer zur Verfügung gestellt werden, können nach Rücksprache mit dem Eigenbetrieb genutzt werden. Der in diesem Fall eintretende Gewährleistungsübergang auf den Hauseigentümer bzw. einbauendes Unternehmen ist zu protokollieren. (Unterlagen dafür sind bei dem Eigenbetrieb zu hinterlegen)
Von Seiten des Hauseigentümers in eine Fundamentplatte eingebaute Rohre oder Durchführungsöffnungen können genutzt werden, wenn der Hauseigentümer die Ein-/Durchführung des Flexrohres, nachweislich selbst durchgeführt hat und die Gewährleistung für die Dichtheit übernimmt.

7. Dokumentation – Vermessung und GIS

Die Vermessung und Dokumentation der Tiefbau- und Verlegearbeiten ist durch den AN durchzuführen.

Dazu gelten im Wesentlichen:

1. die GIS-Nebenbestimmungen 4.0 + 5.1. mit Umsetzung der in §8 NGA-RR geregelten Dokumentation im Bundesförderprogramm, sowie

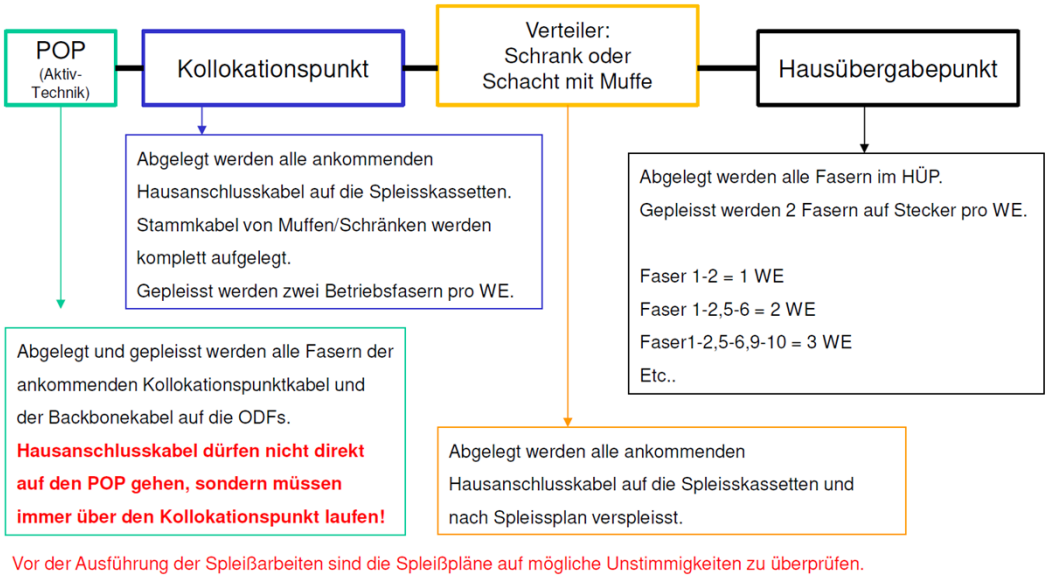
2. die „Vermessungsrichtlinien und Dokumentation – Breitbandausbau im Landkreis Cham" in der jeweils aktuellen Version

Ansprechpartner Eigenbetrieb:

Anschrift	**Vermessung/GIS**
Eigenbetrieb Digitale Infrastruktur	Uwe Niebauer
Further Straße 18	Email: vermessung.glasfaser@lkr.landkreis-cham.de
93413 Cham	Tel.: 09971 78 – 840 (Zentrale)

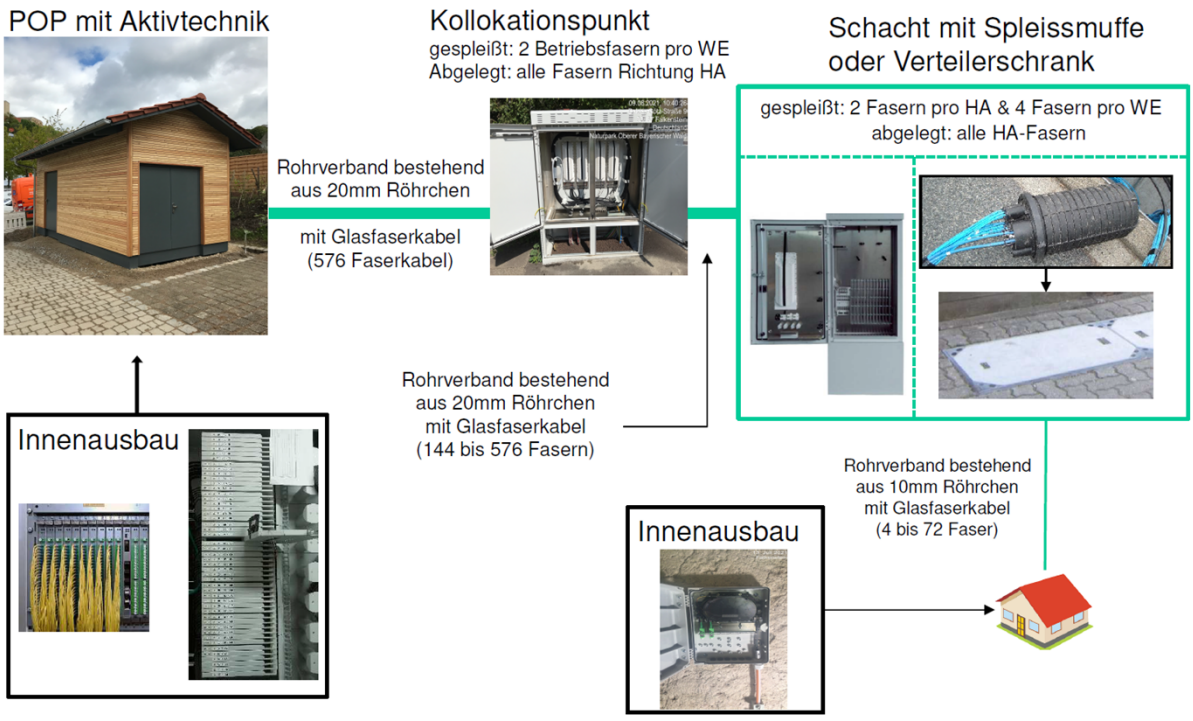
8. Glasfasermontage

8.1. Faserkonzept:



Quelle: Ing. Büro Scheu Netzplanung GmbH

8.2. Gesamtübersicht:



Quelle: Eigenbetrieb Digitale Infrastruktur im Landkreis Cham - Stand 08/2024

Spleißarbeiten dürfen generell nur mit einem von der Planung ausgegebenen Spleißplan durch - geführt werden!
Stimmt der Spleißzustand der Muffe und der aktuelle Spleißplan nicht überein, so ist sofort und vor Beginn der Arbeiten Rücksprache mit dem Planer des Eigenbetriebs zu halten.
Ändern sich durch Hinzufügen einer Muffe die Kabelabschnittsnummern sowie Start- und Zielschacht, so sind diese Änderungen auch an den entsprechenden Muffen anzupassen.

8.3. Vorbereiten von Glasfaserkabel

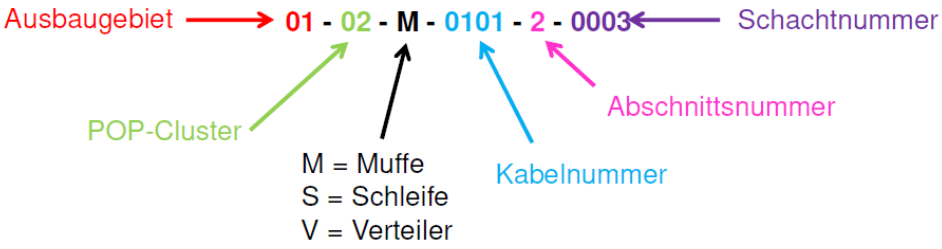
Die Montage von Glasfaserkabeln ist grundsätzlich bei einem Temperaturbereich von -5°C und +40°C möglich. Außerhalb diesem Temperaturbereich ist das Gewerk und die Umgebungs-temperatur (z. B. im Zelt, Montagefahrzeug) auf das beschriebene Temperaturfenster anzu-heben oder abzusenken.
Ab -5°C sind die Glasfaserkabel nicht mehr zu bewegen oder zu bearbeiten.

Die Montagearbeiten an Glasfaserkabeln bzw. Mikrorohren dürfen frühestens nach 24 Stunden nach Beendigung der Einblasarbeiten begonnen werden, da die Längenrückstellung der Kabel bzw. Rohre erst nach diesem Zeitraum abgeschlossen ist.

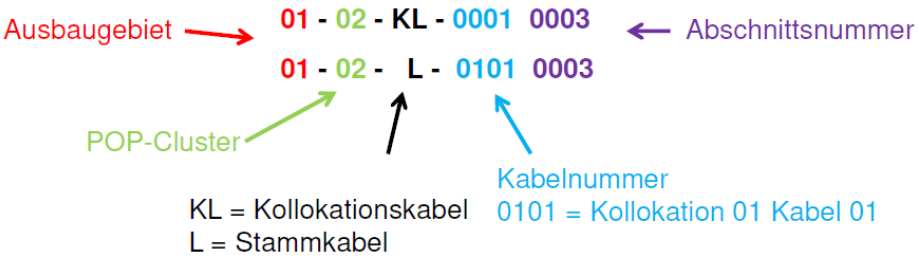
Alle Kabel sind in den POP-Standorten, Kollokationsschränken, Netzverteilerschränken, GF-Muffen und Kabelschächten nach den vom Eigenbetrieb vorgegebenen Kabel und Schleifenbeschriftung mit entsprechenden Kabelbeschriftungen dauerhaft und wischfest zu beschriften.

8.4. Beispiel Kabel und Schleifenbeschriftung

Beispiel für Muffen, Schränke und Schleifen



Beispiel für Kabel



Quelle: Ing. Büro Scheu Netzplanung GmbH

8.5. Glasfasermuffen

Muffen müssen von außen erkennbar, mit der Muffen Kennung gemäß Planung beschriftet werden. Zur Beschriftung sollte ein wasserfester, UV-beständiger, weißer Permanentmarker genutzt werden.



Beispiel Muffen Beschriftung
Quelle: Ing. Büro Scheu Netzplanung GmbH

Die Innen- und Außenlängenmarkierungen an den Kabelenden (Faserende = Spleißstelle) sind in den Netzplänen zu dokumentieren und dem Eigenbetrieb zu übergeben.

Die Kassetten werden von unten nach oben aufsteigend gezählt. Die obersten Kassetten ist für nicht vollständig verbrauchte Fasern des aktuellen Bündels vom Stammkabel reserviert.
Es werden nur die benötigten Bündel abgesetzt und deren Fasern in die Hausanschlusskassetten eingefädelt und verspleißt.

Unbenutzte und ungeschnittene Bündel verbleiben im Bündelvorrat und werden als Loop in den dafür vorgesehenen Ablageplatz der GF-Muffe abgelegt.

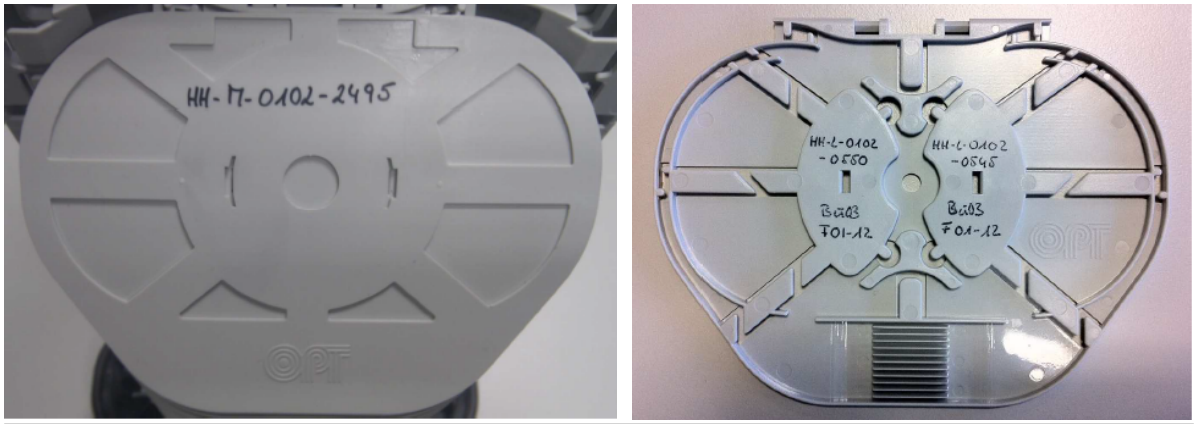
In den Kassetten werden Hausanschlüsse wie folgt abgelegt:

- 6 Faser Hausanschlusskabel: 2 Kabel pro Kassette
- 12 Faser Hausanschlusskabel:1 Kabel pro Kassette
- 24, 48, 72 Faser Hausanschlusskabel werden entsprechend viele Kassetten voll belegt.

8.6. Beschriftung der Kassetten

Auf dem Deckel der obersten Kassette wird die aus dem Netzplan zu entnehmende Muffenbe - zeichnung mit einem wasserfesten Marker beschriftet.

Im Mittelteil der einzelnen Spleißkassette sind die darin geführten Fasern, und gegebenenfalls weitere Informationen, mit einem wasserfesten Stift einzutragen. Sollte die Verbindung nicht fasergleich montiert werden, sind die Abweichungen nachvollziehbar ebenfalls in den Mittelteil einzutragen (Fasern des weiterführenden Kabels).



Beispiel für Kassettenbeschriftung
Quelle: Ing. Büro Scheu Netzplanung GmbH

8.7. Verbinden von Glasfasern

Beim Erstellen des Glasfasernetzes sind zum Verbinden der Fasern ausschließlich Glasfaser-Fusions-Spleißgeräte zu verwenden.

Für Spleißarbeiten sind nur Geräte zugelassen, deren letzte Kalibrierung (oder Erstauslieferung) nicht länger als 6 Monate zurückliegt. Die Wartung darf nur in einer vom Gerätehersteller autorisierten Servicestelle erfolgen. Der Eigenbetrieb behält sich vor, sich den regelmäßigen Service der Geräte nachweisen zu lassen.

Zum Schutz der Spleiß Verbindungen dürfen ausschließlich mit Crimp-Spleißschutz verwendet werden.

Zur Bearbeitung der Fasern sind spezielle, für die Glasfasermontage geeignete Werkzeuge zu verwenden.

Der Mittelwert der individuellen Spleißdämpfung, gebildet aus einer zweiseitigen OTDR-Messung soll 0,2 dB nicht überschreiten. Wird der Dämpfungswert von 0,2dB überschritten, muss der Spleißvorgang bis zu dreimal wiederholt werden.
Kann dieser Wert auch dann nicht erreicht werden, ist dies zu dokumentieren und schriftlich zu erklären.

Bei wiederholten Verbindungsversuchen (Verbrauch von Faservorrat) ist darauf zu achten, dass der kleinstzulässige Biegeradius der Fasern in der Spleißkassette nicht unterschritten wird, bzw. die Faser weiterhin bedienbar bleibt.

Nach Beendigung der Spleiß-u. Montagearbeiten an der GF-Muffe ist diese fachgerecht nach Herstellerangaben zu verschließen.

Bei jedem Schließen einer Muffe ist die Dichtigkeit der Muffe zu prüfen!

Hierzu ist die Muffe über das Druckventil mit 0,5 bar Überdruck zu beaufschlagen, welcher eine Minute lang unverändert bleiben muss. Fällt der Druck innerhalb einer Minute auch nur in geringstem Maße ab, ist mittels Lecksuchspray die undichte Stelle (Gummiring oder Kabelein - führungen) ausfindig zu machen und abzudichten. Defekte Gummiringe sind zu ersetzen.
Undichte Muffen sind sofort der Bauaufsicht des Eigenbetriebes zu melden.

9. OTDR – Messungen

Die Bestimmung der Streckendämpfung mittels OTDR wird prinzipiell durch Mittelung der Anfang>Ende, bzw. Ende>Anfang Messung unter Berücksichtigung der Vorlauf- und Nachlauffasern durchgeführt.
Es sind die Vorgaben der ATR-OTDR Messung von LWL-Verkabelung in der jeweils gültigen Fassung zwingend zu beachten, auf die wir hiermit hinweisen

9.1. Auswertung OTDR - Messung

Die mit der Messung ermittelten Werte bei den Wellenlängen 1310nm und 1550nm sind auf Einhaltung der nach der ATR-OTDR Messung von LWL-Verkabelung berechneten Sollwerte zu überprüfen. Der Streckenverlauf ist auf unvorhergesehene Dämpfungen, eingehaltene Toleranzen der Spleißdämpfungen und auf Fresnel-Reflexionen zu überprüfen. Die OTDR-Bilder dürfen im Streckenbereich keine Fresnel-Reflexionen aufweisen.

Auf jedem Messprotokoll (SOR-Datei) ist anzugeben:

- Kabel-ID des AG,
- Hausanschlussadresse,
- Fasernummer,
- Brechungsindex,
- Reflektionsdämpfung
- Impulsbreite,
- Wellenlänge,
- Einhaltung der Maximalen Dämpfungswerte für Hausanschlüsse bei 1310 nm und 1550 nm,
- Datum der Messung
- Name des ausführenden Technikers
- Aktenzeichen des AG
- Clusternummer

10. Fotodokumentation

Pro Bauabschnitt wird nach „BNBest-Gigabit“, die Erstellung einer Fotodokumentation unter Angabe der GPS-Koordinaten und des Datums abverlangt. Diese Dokumentation umfasst die Verlegung und Installation aller aktiven und passiven Komponenten sowie die offenen Trassen. Dementsprechend sind für Verteiler und Verzweigereinrichtungen während oder nach der Installation Fotos zu erstellen. Bevorzugt werden die Dateiformate JPG und PNG.

POP-Standort:

- Gebäude außen mit Förderaufkleber
- Einführungen MRV mit Beschriftungen
- Gesamtansicht ODF

Kollokationsverteiler:

- Gesamtansicht geschlossen mit Förderaufkleber
- Gesamtansicht offen mit geöffnetem Sockel
- Gesamtansicht Spleißkassetten

NVT:

- Gesamtansicht geschlossen mit Förderaufkleber
- Gesamtansicht offen mit geöffnetem Sockel
- Gesamtansicht Spleißkassetten

Kabelschacht mit Muffe:

- Gesamtansicht Kabelschacht mit montierter Muffe, Muffen Beschriftung sichtbar
- Muffe offen mit Spleisskassetten A/B
- Muffe mit Kabelbeschriftung

11. Allgemeine technische Richtlinie (ATR)

OTDR-Messung von LWL-Verkabelung

Inhalt

1. Zweck der Messungen & Prüfung 33
2. Allgemeine Anforderungen 33
   a) Messmittel & Technische Anforderungen 34
   b) Messdaten & Dokumentation 35
3. OTDR Messung 35
   a) OTDR Einstellungen 35
   b) Grenz- & Planwerte 36
   c) Bezeichnung Dateiname & Messstrecken 37
4. OTDR-Prüfaufbau & Messablauf 38
   a) Einseitige Messung mit Vorlauffaser 38
   b) Bidirektionale OTDR-Messung mit Vor- & Nachlauffaser für Verbindungslinien (Backbone) 39
   c) Bidirektionale Loop-Messung mit Vor- & Nachlauffaser (Loop im APL) .**Error! Bookmark not defined.**
   d) Qualifizierung Vor- & Nachlauffaser 40

1. Zweck der Messungen & Prüfung

Diese ATR-OTDR (Allgemeine Technische Richtlinie OTDR Messungen) gelten für Auftragnehmer die Messungen am FTTH-Netz ausführen müssen.

Anforderungen an das Material für den Breitbandausbau sind u. a. in der VDE 0800-720[1] [2023-04] beschrieben oder ergeben sich aus dem LV. Es gilt das Dokument Verlege-u. Montageanleitung des LK Cham in seiner aktuellen Version.

Durchführung von Abnahmemessungen am FTTH-Netz einschließlich Verbindungslinien (Backbone) zwischen POP-Stationen, Kollokationspunkten mit den dazugehörigen Abschluss- & Verbindungseinrichtungen.

Die Messungen & Prüfungen sind Teil der Qualitätssicherung, um das eingesetzte Material und Installationsprozesse zu bewerten, um die geplante Lebensdauer des FTTH-Netzes von > 20 Jahren zu ermöglichen.

Im Rahmen des Betreibermodells müssen die optischen Parameter der einzelnen Verbindungen dem Diensteanbieter übergeben werden.

Die Förderprogramme des Bundes & der Länder fordern die Abgabe von Messdaten & Protokollen zur Freigabe der Finanzmittel.

Diese ATR-OTDR gilt auch für Messungen nach Störungsbeseitigung und Umschaltungen im Netz.

2. Allgemeine Anforderungen

Durch den AN werden Prüfungen und Messungen an Glasfaserkabeln durchgeführt, die den Nachweis zur vertragsgemäßen Durchführung der erbrachten Leistungen dokumentieren.

Die Prüfung von LWLKS wird durch speziell geschultes, unterwiesenes und befähigtes Personal durchgeführt. Die Anforderungen ergeben sich aus der DGUV Information 203-039 (BG ETEM)[2] und der OStrV[3]
Alle Gf-Verbindungen, die auf mindestens einem Abschlusspunkt mit Steckverbinder enden, sind mit dem OTDR-Messverfahren[4] zu gemessen.

Die mit den Messungen ermittelten Werte aller Komponenten sind auf Einhaltung der festgelegten Grenzwerte zu überprüfen. Der Streckenverlauf ist auf unvorhergesehene Dämpfungen, insbesondere

[1] VDE 0800-720 VDE-Leitlinie:2023-04, Leitlinien und Qualifizierungsmuster Breitband
[2] DGUV Information 203-039: Umgang mit Lichtwellenleiter Kommunikations-Systemen
[3] Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - OStrV
[4] DIN EN 61280-4-2 (VDE 0885-804-2):2015-05 Teil 4-2: Installierte Kabelanlagen - Einmoden-Dämpfungs- und optische Rückflussdämpfungsmessung

Verluste durch Faserbiegung und überhöhte Spleißdämpfung zu überprüfen. Der Streckenbereich darf keine Fresnel-Reflexionen (z. B. Blasen im Spleiß) aufweisen.

Die Messergebnisse einschließlich Messdaten & Messprotokolle sind dem AG spätestens nach Abschluss der Bauleistungen strukturiert zu übermitteln.

Der/die Prüfer/in bestätigt die ordnungsgemäße Messung & Prüfung. Die Ergebnisse werden auf Plausibilität überprüft. Festgestellte Fehler sind zu dokumentieren und zu beseitigen. Der AG ist in Kenntnis zu setzen.

Die zu messenden Strecken müssen für diese Messungen beidseitig freigeschaltet sein.

Können die Anforderungen aus diesen ATR-OTDR nicht umgesetzt werden, ist der AG umgehend zu informieren.

a) Messmittel & Technische Anforderungen

OTDR mit folgenden Eigenschaften:

- Singlemode mit 1310 nm & 1550 nm Wellenlänge
- Mittlere Wellenlänge
  - 1310nm +/- 30nm
  - 1550nm +/- 30nm
- Messbereich (Dynamic Range): größer 35 dB
- Ereignistotzone: < 1 Meter, Dämpfungstotzone: < 5 Meter.
- Automatische Kurvenanalyse
- Messdatenformat **SOR** (Telcordia SR-4731 Issue1 oder Issue2) & **JSON**

Die empfohlene Kalibrierperiode von 12 Monaten der OTDR-Hersteller darf nicht überschritten werden.

- Die Kalibrierung ist von den Herstellern autorisierten Servicezentren oder von akkreditierten Kalibrierlaboren durchzuführen.
- Das letzte Kalibrierdatum ist in den SOR-Messdaten hinterlegt.
- Alternativ kann ein Kalibrierzertifikat abgegeben werden.

Vorlauf- & Nachlauffasern

- Länge > 500m, optimal 1000m
- Die Fasern sind frei von Macro- & Microbending.
- Adapter Patchkabel oder gespleißte Pigtails zwischen Vor-/Nachlauffaser und Messstrecke sind nicht zulässig.
- Steckverbinder für Ankopplung an die zu messende Strecke ist ein Referenzsteckverbinder LC/APC mit IL<= 0,2 dB (Ref. Zu Ref.). RL > 65 dB.

- Die Vor-/Nachlauffaser Steckverbindungen werden regelmäßig gegeneinander gemessen und die Messergebnisse gespeichert und dokumentiert. Mindestens mit Beginn des Messauftrags. Wiederholungen bei Grenzwertüberschreitungen oder nach ca. 100 Steckzyklen. Bei dauerhaften Grenzwertüberschreitungen sind die Steckverbinder zu erneuern.

b) Messdaten & Dokumentation

Die Messdaten & Dokumentation werden vom AG automatisiert in eine Datenbank zur Qualitätssicherung und Austausch mit den Diensteanbietern eingelesen. Die Messdaten müssen eindeutig der gemessenen Verbindung zugeordnet werden können. Jede Messdatei muss aus diesen Gründen in zwei Standardformaten (SOR & JSON) gespeichert werden.

3. OTDR-Messung

a) OTDR-Einstellungen

Der Messbereich wird auf die zu messende Streckenlänge angepasst. In der OTDR-Grafik muss das Ende des Messbereichs (Rauschen) sichtbar sein. Empfehlung Ansicht OTDR Grafik: 80 % Faser einschließlich Nachlauffaser, 20 % Rauschen.

Die zu messenden nominellen Wellenlängen sind 1310nm und 1550nm.

Die Pulsbreite wird auf die zu messende Streckentopologie und Länge angepasst, um die Verbindungsstellen auflösen zu können. Die Pulsbreite liegt im Bereich von 10ns bis 100ns. Für beide Messrichtungen ist mit gleichen OTDR-Einstellungen zu messen.

Die Dauer der Mittelung (z. B. Messzeit) reduziert das Rauschen der Messung. Sie beträgt mindestens 15s. Bei OTDRs mit hohem Dynamik-Bereich (> 35 dB Klasse) kann die Messzeit auf 10s reduziert werden.

Die Brechzahl (Brechungsindex) und Rückstreukoeffizient sind wellenlängenabhängig entsprechend den Faserparametern des Gf-Kabels einzustellen. Diese sind für beide Messrichtungen identisch. U.a. folgende Richtwerte aus VDE 0800-763-3 [2024-10], wenn diese Parameter nicht bekannt sind.

Gruppenbrechzahl:

- 1310 nm: 1,467
- 1550 nm: 1,468

Rückstreukoeffizient (bezogen auf 1ns Pulsbreite)

- 1310 nm: 80 dB
- 1550 nm: 82 dB

b) Grenz- & Planwerte

Im LV & Datenblätter werden Parameter angegeben, die zur Planung des Netzes dienen. Für die Abnahmemessung gelten jedoch Messgrenzwerte. Diese Messgrenzwerte beinhalten u. a. die Messunsicherheit des Messsystems.

- Spleißdämpfung IL <= 0,2 dB
- Steckverbindungsdämpfung IL <= 0,4 dB
- **Macrobending <= 0,1 dB bei 1550nm zu 1310nm**
- **Reflektionsdämpfung >= -58 dB**
- Dämpfungsbelag der Faser (nur für Segmente > 1km)
  - 1310nm <= 0,35 dB/km
  - 1550nm <= 0,21 dB/km
  - 1625nm <= 0,23 dB/km

Aufgrund der OTDR Totzonen ist die Messung der Einfügedämpfung der Patchfeldports die Summe aus Pigtailspleiß & der Steckverbindung

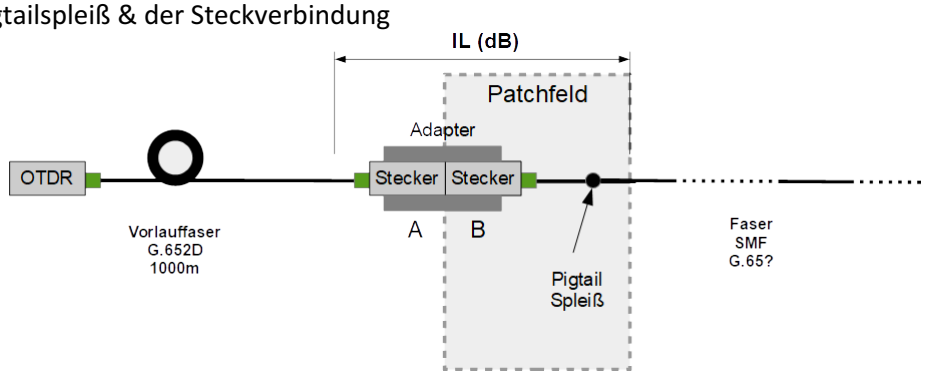


Abbildung 1:Darstellung Ankopplung Messfaser an Patchfeld

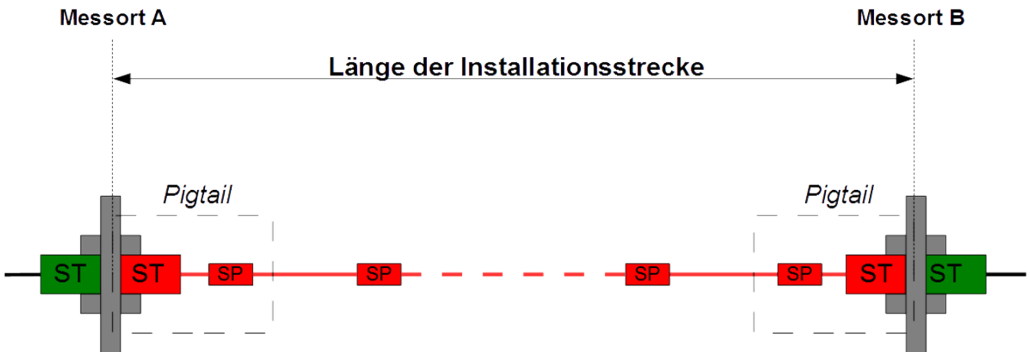


Abbildung 2:Darstellung Installationsstrecke Punkt zu Punkt (P2P)

Die Streckendämpfung wird wie folgt berechnet. Dieser Dämpfungswert darf nicht überschritten werden.

$$A(Strecke)[dB] = \alpha(LWL) * L(LWL) + IL(ST) * n(ST) + IL(SP) * n(SP)$$

- $\alpha(LWL)$:$Dämpfungsbelag\ der\ Faser\ [\frac{dB}{km}]$
- $L(LWL)$:$Länge\ der\ Installationsstrecke\ [km]$
- $IL(ST)$:$Einfügedämpfung\ der\ Steckverbindung\ [dB]$
- $IL(SP)$:$Einfügedämpfung\ der\ Spleißverbindung\ [dB]$
- $n(ST)$:$Anzahl\ der\ Steckverbindungen$
- $n(SP)$:$Anzahl\ der\ Spleißverbindungen$
- IL(Loop): Einfügedämpfung Loop [dB]

c) Bezeichnung Dateiname & Messstrecken

Projektinformation und Bezeichnungen der Verbindungen werden im Messgerät in den Messdaten (SOR) hinterlegen

- Projektname
- Streckenbezeichnung,
- Messorte und Messrichtung (Anfang – Ende)
- Fasernummer abgehend POP
- Messwellenlängen
- AG Name, ausführende Firma und Name(n) des/der Prüfer*in
- Datum / Uhrzeit der Messung

Aufbau Dateinamen:

[Streckenbezeichnung]_[POP Faser Nr.]_(POP Bez.)_[Strasse/Haus Nr.]_ [Richtung]_[Wellenlänge]

- Steckenbezeichnung: Linie POP zu NVt
- POP Faser Nr.: Lt. Beschriftung am POP ODF
- POP Bezeichnung, z.B. POP6.3
- Strasse/Haus Nr.: Bezeichnung lt. Bauplan
- Richtung: POP → Haus = AB, Haus→ POP= BA

Beispiel für Dateinamen Messrichtung POP > Haus:
0603-KL-040_150_POP6.3_Huberweg12_AB_1310.sor

Beispiel für Dateinamen Messrichtung Haus > POP:
0603-KL-040_150_POP6.3_Huberweg12_BA_1310.sor

Die Messdaten & Dokumentation werden vom AG automatisiert in eine Datenbank zur Qualitätssicherung und Austausch mit den Diensteanbietern eingelesen. Daher wird für alle Messungen ein einheitlicher Aufbau des Dateinamens verlangt.

Leerzeichen zwischen den Namensteilen sind nicht zulässig. Die Trennung der einzelnen Bezeichnungen im Dateinamen sind mit Unterstrich zu kennzeichnen.

4. OTDR-Prüfaufbau & Messablauf

Jede beidseitig abgeschlossene Faser muss bidirektional mit Vor- & Nachlauffaser gemessen werden. Für jede Verbindungsstelle wird für die Messwerte aus beiden Messrichtungen der Mittelwert gebildet und dokumentiert. Einseitig abgeschlossene Fasern werden nur aus einer Messrichtung gemessen.

Festlegung der Messrichtung ist durchgängig einzuhalten. Es gilt. Messrichtung A→B (Anfang – Ende) von der höheren zur niedrigen Netzebene. Beispiel: POP zu APL (Haus) ist die Messrichtung A→B. APL zu POP ist die Messrichtung B→ A. Somit bleiben die Kennungsfelder für die Messorte A & B immer gleich, nur die Richtungskennung ändert sich.

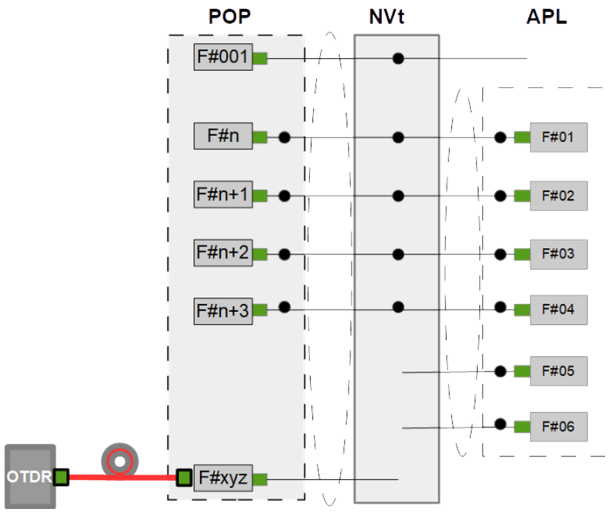
Die Steckverbinder der Messfasern und der zu messendende Strecke werden vor jeder Herstellung einer Verbindung mit zugelassenen Reinigungsverfahren gereinigt. Die Stirnflächen der Steckverbinder insbesondere der Faserenden müssen fehlerfrei sein und trocken.

Eintauchen der Messstecker in Flüssigkeiten vor dem Herstellen einer Steckverbindung ist nicht erlaubt und wird als Manipulation des Messergebnisses bewertet.

a) Einseitige Messung mit Vorlauffaser

Die einseitige Messung mit Vorlauffaser wird für alle abgelegten Fasern im NVt oder Verzweiger bei 1310nm und 1550nm durchgeführt.

Abbildung 3:Einseitige OTDR-Messung mit Vorlauffaser



b) **Bidirektionale OTDR-Messung mit Vor- & Nachlauffaser für Verbindungslinien (Backbone)**

Die bidirektionale OTDR-Messung mit Vor- & Nachlauffaser wird für alle durchgängigen Fasern vom POP zu POP bei 1310nm und 1550nm durchgeführt. Das ist der defacto Standard OTDR Messaufbau.

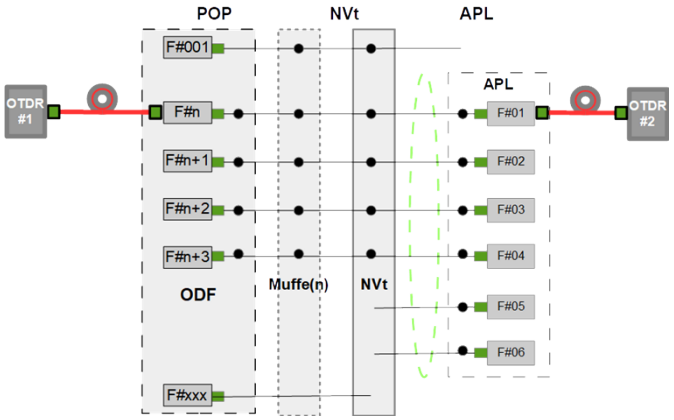


Abbildung 4:Bidirektionale OTDR-Messung mit 2 OTDRs

Es wird eine Auswertung der Messergebnisse aus beiden Richtungen mit gespiegelter Messkurve und Darstellung der gemittelten Einfügedämpfungswerte erwartet.

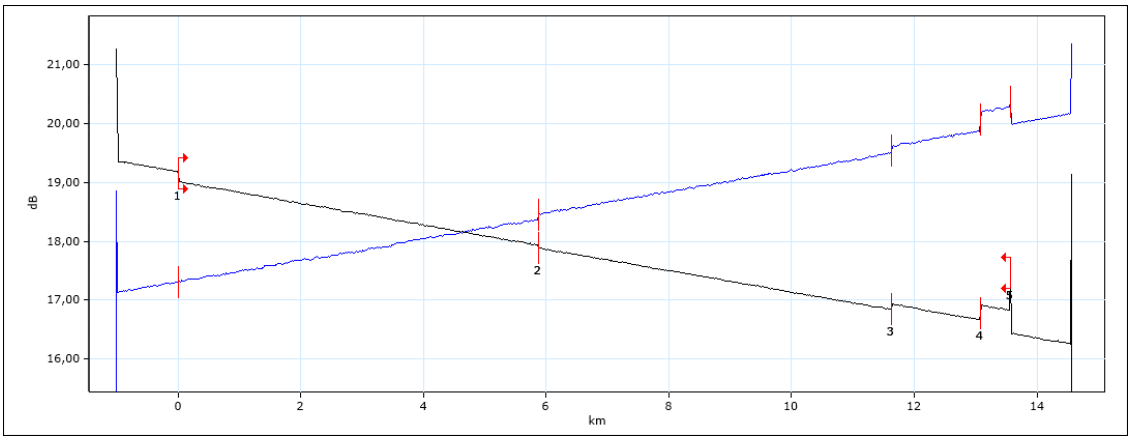


Abbildung 5: Bidirektionale Messung - Beispiel OTDR Messkurvendarstellung bei einer Wellenlänge

c) **Qualifizierung Vor- & Nachlauffaser**

Die Mess-Steckverbinder der Vor- & Nachlauffaser unterliegen einem Verschleiß. Anzahl der max. Steckzyklen liegt zwischen 500 – 1000 bei ordnungsgemäßem Einsatz.

Dieser Prüfaufbau dient der Qualifizierung der Messfasern und Steckverbindern für den Einsatz. Messungen erfolgen bei 1310nm & 1550nm mit einer Pulsbreite von 10ns oder 30ns. Messdauer min. 10s. Diese Prüfung ist regelmäßig durchzuführen und die Messergebnisse (Einfügedämpfung & Reflexionsdämpfung) aus beiden Messrichtungen mit Datum zu dokumentieren. Die festgelegten Grenzwerte für Messfasern sind einzuhalten.

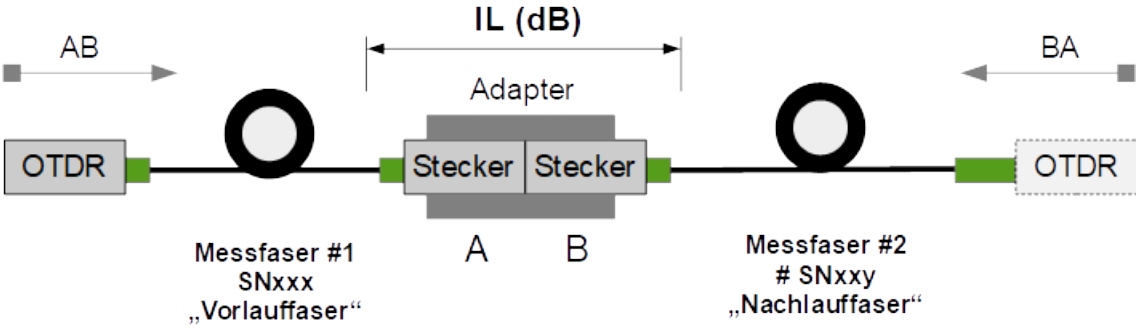


Abbildung 10: Qualifizierung von Vor- & Nachlauffasern