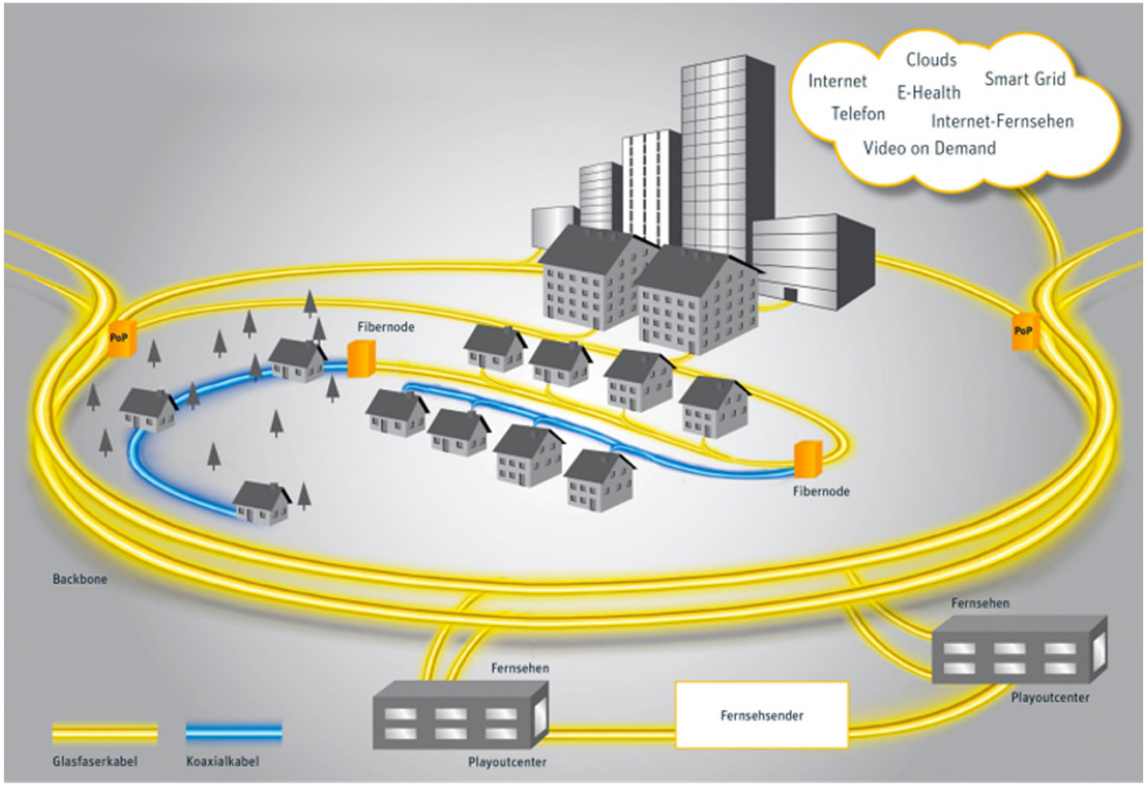
Nachhaltige LWL-Infrastruktur aus der Sicht eines Systemintegrators

CableTech Fachtagung am 8. und 9. März 2023
AICALL Telekommunikations-Dienstleistungs GmbH

LWL-Infrastruktur?

- Zukunftsorientiert
- Nachhaltig
- Fair



Nachhaltige LWL-Infrastruktur

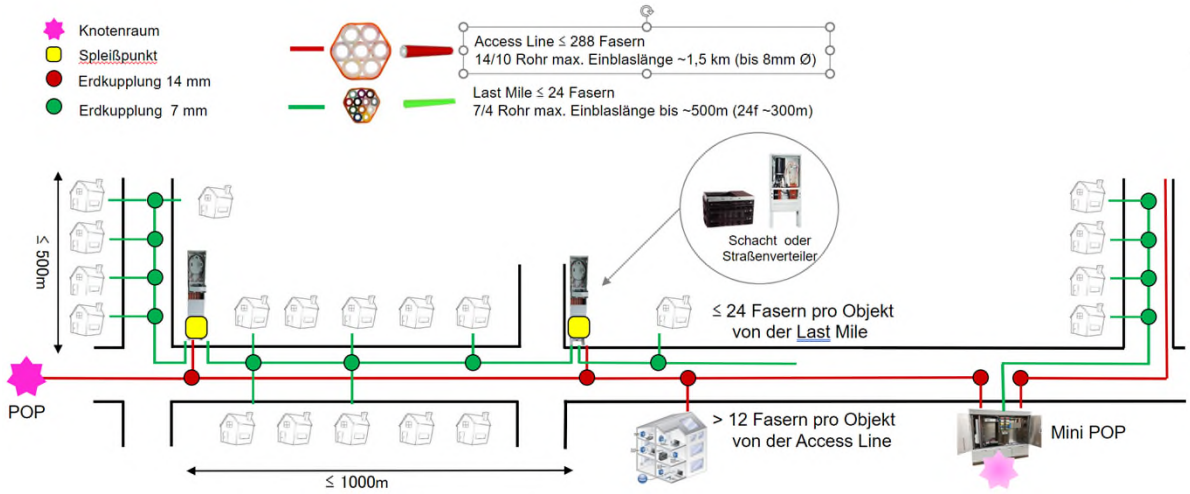
Praxisbeispiel – Faserschaden im LWL Kabel 1+

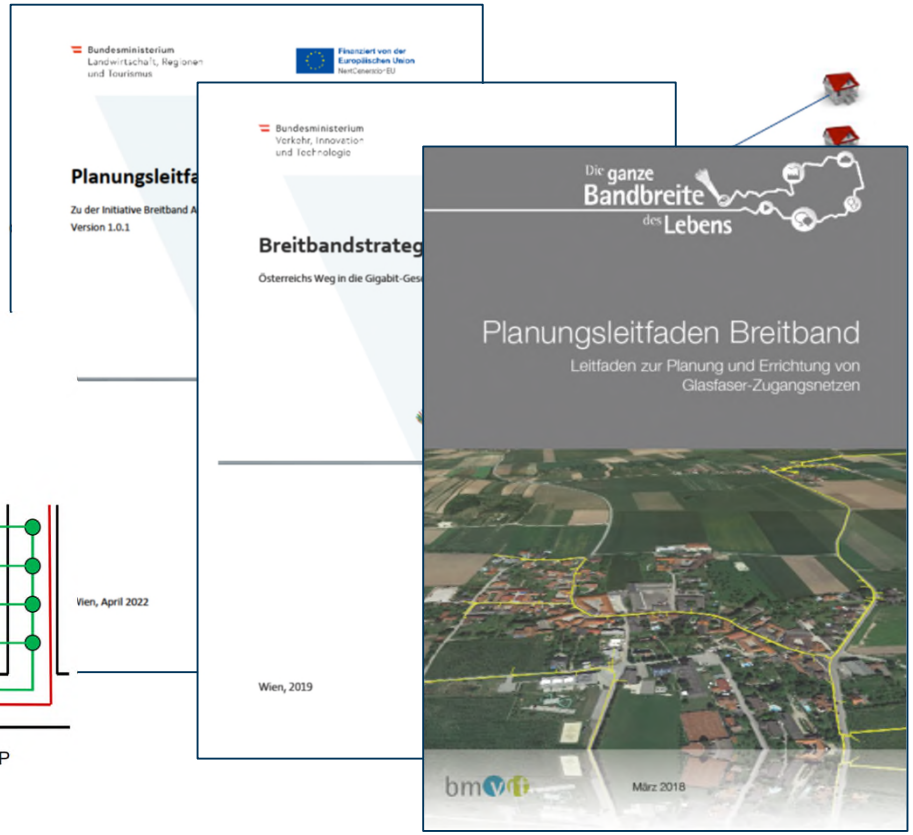
- Im Zuge der OTDR Auswertung wurden einzelne Fasern als zu kurz identifiziert
  Auflösung folgt später …

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Zusammenfassung wichtiger Punkte aus technischer Sicht 1+

- Planung eines LWL – Netzes
  - Vorausschauende Konzeptplanung 100 %
  - Ausreichende Kapazität (auch für unbebaute Gebiete)
  - Auswahl Netztopologie Kundenwunsch / Förderfähigkeit
  - Dokumentation Netzwerk / Material / Services / Bereitschaftsdienst

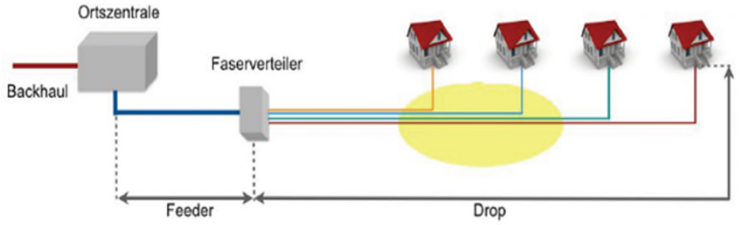




Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Zusammenfassung wichtiger Punkte aus technischer Sicht 1+

- Materialauswahl – Einkauf
  - Mikrorohrverband PE-HD / Erdverlegbar / D 1,8 m vs. 2,4 m / Rohrverbund vs. Singlerohr / Berstdruckfestigkeit / UV Stabilität für 2 Jahre Außenlagerung / 50 Jahre Lebensdauer / DIN Farbcode / SDR
  - Kupplungen korrosionsfrei / Kompatibilität / Berstdruckfestigkeit
  - Faserverteiler (FCP) / ober- und unterirdisch / Kapazität
  - LWL Kabel G.657.A1 Feeder / Drop (> 10 mm Biegeradius)
  - LWL Kabel G.657.A2 Hausinstallation (> 7,5 mm Biegeradius)
  - Verbindungsmuffen mit 2 ovalen Einführungen für 2x Fensterschnitt
  - ✓ POP Kapazität ergibt sich aus Planung / Auswahl vielfältig



Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Mantelschaden am LWL Kabel

- ➢ Während dem Einblasvorgang ist ein Mantelfehler aufgefallen
- ➢ Prüfung durch QA ergab, dass Umspulung auf unserer eigenen Wickelmaschine stattgefunden hat → Trommelfehler
- ✓ Leere Trommeln wurden alle überprüft
- ✓ Unterweisung Stammpersonal durch Produktionsleitung

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

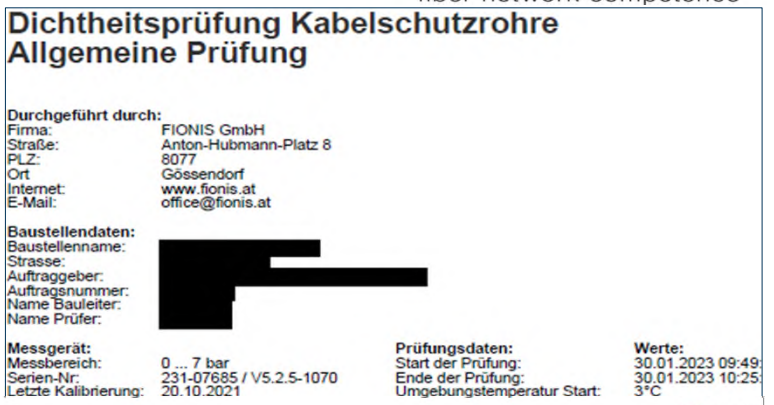
Praxisbeispiel – UV Schaden am Kabel

- ➢ Kabeltrommel war längere Zeit ohne Schutz im Freilager
- ➢ LWL Kabel hatte keinen UV – Schutz nicht vollständig geschützt
- ✓ Kabeltrommel mit PE Folie schützen
- ✓ Datenblatt auf UV Schutz prüfen

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Druckprüfung / Kalibrierung

- Fehler: Beim Einblasvorgang blieb das Kabel stecken
- Kunde hat Druckprüfung und Kalibrierung beauftragt
- Ergebnis der Druckprüfung bestanden.
- Kalibrierung gestartet / Kaliber 8,5 mm mit Sender 5 h
- Ergebnis: Kaliber blieb stecken / Aufgrabung / Beseitigung des Fehlers
- **FAZIT:** ca. € 4.000,- Kosten / fehlende Sandbettung & Rohrverbände übereinander



Dichtheitsprüfung Kabelschutzrohre
Allgemeine Prüfung

Durchgeführt durch:

Firma:	FIONIS GmbH
Straße:	Anton-Hubmann-Platz 8
PLZ:	8077
Ort	Gössendorf
Internet:	www.fionis.at
E-Mail:	office@fionis.at

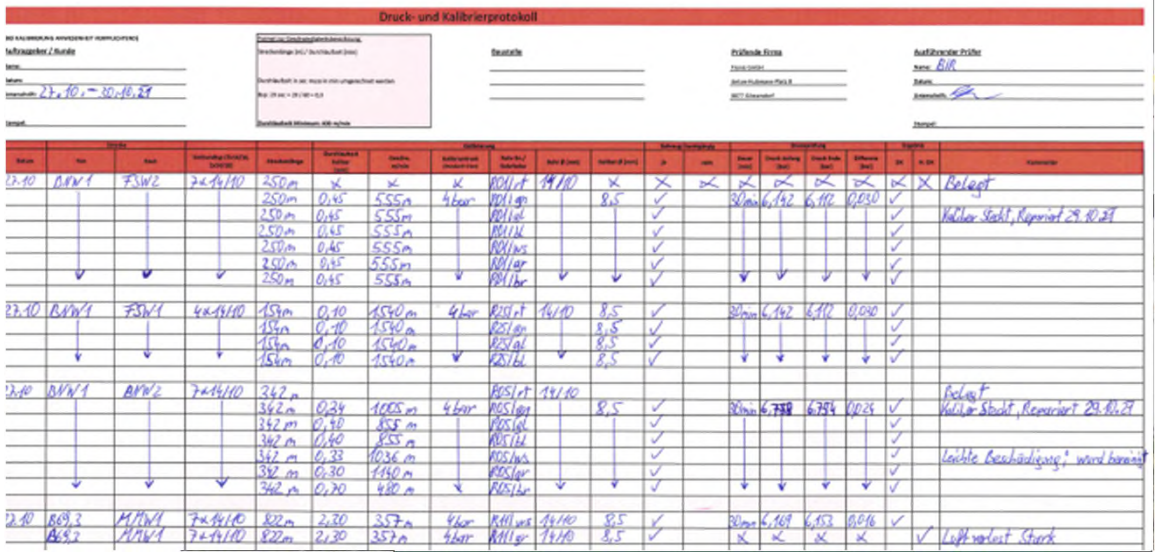
Baustellendaten:

Baustellenname:	[redacted]
Strasse:	
Auftraggeber:	
Auftragsnummer:	
Name Bauleiter:	
Name Prüfer:	

Messgerät:

Messbereich:	0 ... 7 bar
Serien-Nr:	231-07685 / V5.2.5-1070
Letzte Kalibrierung:	20.10.2021

Prüfungsdaten:	**Werte:**
Start der Prüfung:	30.01.2023 09:49:
Ende der Prüfung:	30.01.2023 10:25:
Umgebungstemperatur Start:	3°C



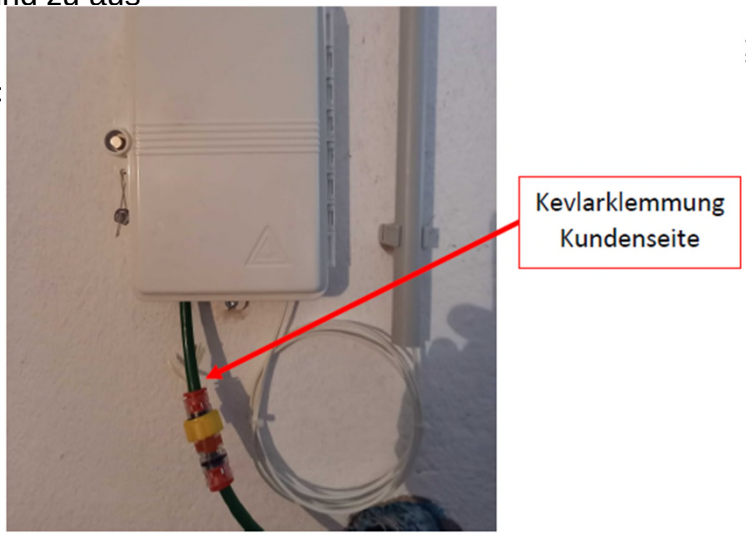
Druck- und Kalibrierprotokoll

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Kabelschubprävention

- Fehlerbeschreibung: Kunde ist ausgefallen
- Ursache: Minimaler Biegeradius unterschritten / Längenausdehnung Microkabel vs. PE-Rohr
- Abhilfe: Zugentlastung bzw. Kabelschubprävention beidseitig FCP / Kunde

- Fehlerbeschreibung: Kunde fällt ab und zu aus
- Ursache: Minimaler Biegeradius wird
- Abhilfe: Zugentlastung beidseitig FCI



FIONIS GmbH
Anton-Hubmann-Platz 2
8077 Gössendorf
T +43 3135 40 960
F +43 3135 40 960 20
E office@fionis.at

MONTAGEANLEITUNG

Wir sind auf Ihrer Wellenlänge

Kabelschubprävention Dateiname: MA-Kabelschubprävention-DE Version 03

Allgemein

Diese Montageanleitung setzt Erfahrung im Umgang mit LWL-Rohrsystemen und das Vorhandensein von Werkzeugen voraus. Die genaue Einhaltung dieser Montageanleitung und entsprechende Sauberkeit sind für die ordnungsgemäße Funktion Voraussetzung.
Örtliche Sicherheitsbestimmungen sind einzuhalten. Die bei der Montage anfallenden Reste und Verpackungsmaterialien können in der Regel dem Hausmüll zugeführt werden, wobei jedoch die örtliche Gesetzeslage zu befolgen ist.

Geltungsbereich

Diese Montageanleitung beschreibt die Möglichkeiten und die jeweiligen Vorgehensweisen zur Verhinderung des Kabelschubes.

Schlauchsets 24x 5 mm / 12x 7 mm, Outdoor-Anwendung im Kabelverteiler und Schacht

Bei der Variante mit Schlauchsets ist die Vorgehensweise wie folgt:

1. Der schwarze Mantel des Mikrokabels wird vom Ende des ankommenden 7mm Röhrchens weg über eine Länge von 10cm abgesetzt (Window-Cut)
2. Das Kevlar wird am Ende des Window-Cut abgeschnitten und über das ankommende Röhrchen zurückgestreift.
3. Dann wird der Gasblock auf das ankommende Röhrchen gesteckt, und das Kevlar zwischen Röhrchen und Gasblock eingeklemmt.
4. Anschließend wird das Schlauchset in die zweite Buchse des Gasblocks gesteckt.
5. Das Kevlar auf die passende Länge abschneiden. (es sollte noch so lang sein, dass man es halten kann, falls man den Gasblock wieder entfernen möchte)

Datum: 03.05.2016
Autor: T. Hofer
Bearbeitet: W. Wallt / 16.05.2016
Freigabe: T. Neubauer / 17.05.2016

Weitergabe an Dritte nur mit Genehmigung der Firma FIONIS GmbH – Alle Rechte vorbehalten.
Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Seite 1/4

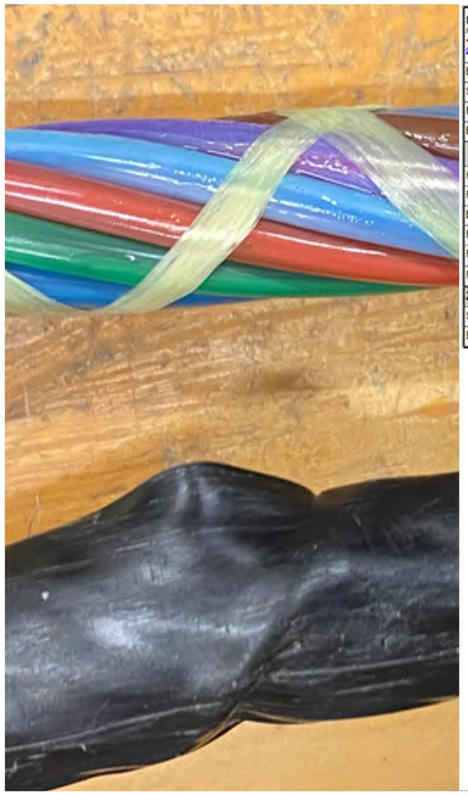
Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Faserschaden im LWL Kabel 2+

- Im Zuge der OTDR Auswertung wurden einzelne Fasern als zu kurz identifiziert

Was war die Ursache?

- ODTR Messdatenauswertung → 7 von 192 kürzer
- Entscheidung AG Kabeltausch auf ca. 1,5 km Länge zwischen 2 Ziehschächten
- Austausch war „noch“ möglich – keine Kundenbeschaltung
- Termin, Ressourcen und Vorgehensweise auf Basis vorliegender Daten abgestimmt

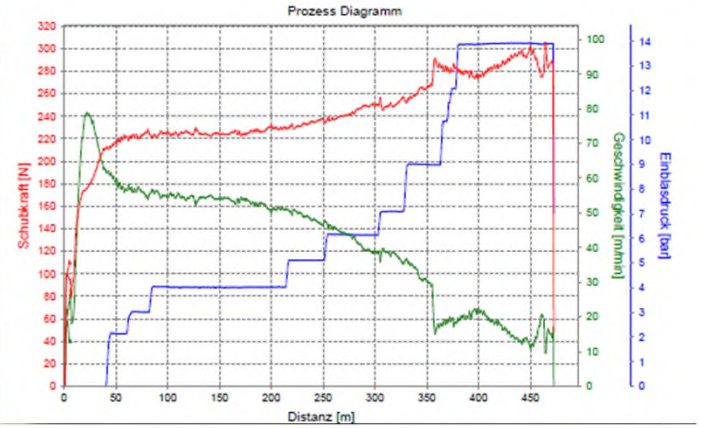


Fionis GmbH
Anton-Hrubmann-Platz 2, A-8077 Gössendorf
+43 3135 40 960
office@fionis.at

Einblas-Protokoll

Bauvorhaben Nr.	[redacted]	Datum: [redacted] 02.22
Streckenabschnitt	[redacted]	
Firma	Fionis	Einbläser: [redacted]
Bemerkungen	Miniljet am limit.	

Rohrparameter	Kabelparameter	Einblasgerät / Kompressor
Hersteller: Egeplast	Hersteller: TKF	Einblasgerät: IntelliJet-P02 (SN#142218)
RohrTyp: 14x2,0 (14/10)	KabelTyp: A-DQ(ZN)2Y	+ Magnetkupplung [ ] + Lubricator [ ]
Belegung: [redacted]	Kabel-Ø: 8 mm Faseranzahl: [redacted]	Gleitmittel: MicroJetting Lube
Farbe/Kennung: Grün	Kabeltrommel-Nr: [redacted]	Kompressor: M17
Rohrinnenwand: gerieft	Meterzahlen: Start: [redacted] Ende: m	+ Ölabscheider [ ] + Nachkühler [ ]
Rohr-Temperatur: 5 °C	Kabel-Temperatur: 5 °C	Kabel-Einblaskappe: [ ]
Zusammenfassung:	Max. Schubkraft: 500 N (Gemäss Datenblatt)	
Strecke: [redacted]	Umgebungsluft: 5,7 °C, 48,8 % Feucht.	Einblasluft Temperatur: 6,4 °C
Einblasdauer: [redacted]	Betriebsart: Protokollierung + Kontrolle	Ort (GPS): [redacted]



Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Faserschaden im LWL Kabel 3+

- Start Ausblasvorgang Tag 1:
  - Kompressor Start A – wenig Luft bei B / Wechsel zu B – wenig Luft bei A → Kabel bewegt sich nicht
  - Aufgraben und Suche Stelle C – Zwischenblasen → kein Erfolg
  - Aufgraben an anderer Stelle D – Teilerfolg → tw. Kabel entfernt
- Ausblasvorgang Tag 2:
  - Stelle D weiterer Versuch Kabel vollständig zu entfernen → kein Erfolg
  - Aufgraben Stelle E – Schadstelle Kupplung lokalisiert → wieder ein Stück Kabel entfernt
  - Aufgraben an weiteren 3 Stellen und Verbund mit Kabel gesucht → kein Erfolg
- Ausblasvorgang Tag 3: …
- Ausblasvorgang Tag 4: … Ende

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Faserschaden im LWL Kabel 4-

- Was haben wir in den 4 Tagen gesehen und was ist das FAZIT?
- Und das wäre unsere Vorstellung eines Trassenverlaufs.

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Zusammenfassung wichtiger Punkte aus technischer Sicht 2-

- Netzausbau - Tiefbau
  - Verwendung von geprüften oder neuem Rohr - Material
  - Rohrverlegung im Sandbett
  - Einhaltung Biegeradius lt. Datenblatt / Richtwert > 1 m bei 20 °C
  - Verlegevorschrift Hersteller beachten / Pflugverfahren / Pressung / Spülbohrung
  - Nachweislich geschultes Personal für Verarbeitung Mikrorohrverband
  - Baubegleitende Vermessung und Fotodokumentation der Trasse inkl. Details

- Netzausbau - Kabelbau
  - Kalibrierung der Rohrstrecken vor dem Einblasvorgang nach best. Kriterien
  - Ausführung nach Planvorgabe und sofortige Fortschrittsdokumentation
  - Nachweislich geschultes Personal ODTR Messtechnik
  - Faser- und Kabelschubprävention baubegleitend und durchgängig herstellen
  - Baubegleitende Fotodokumentation sämtlicher Details inkl. GPS
  - Intellijetprotokollierung als Streckenbefund und Früherkennung von Problemen
  - ✓ Kundenanschlüsse gut dokumentieren

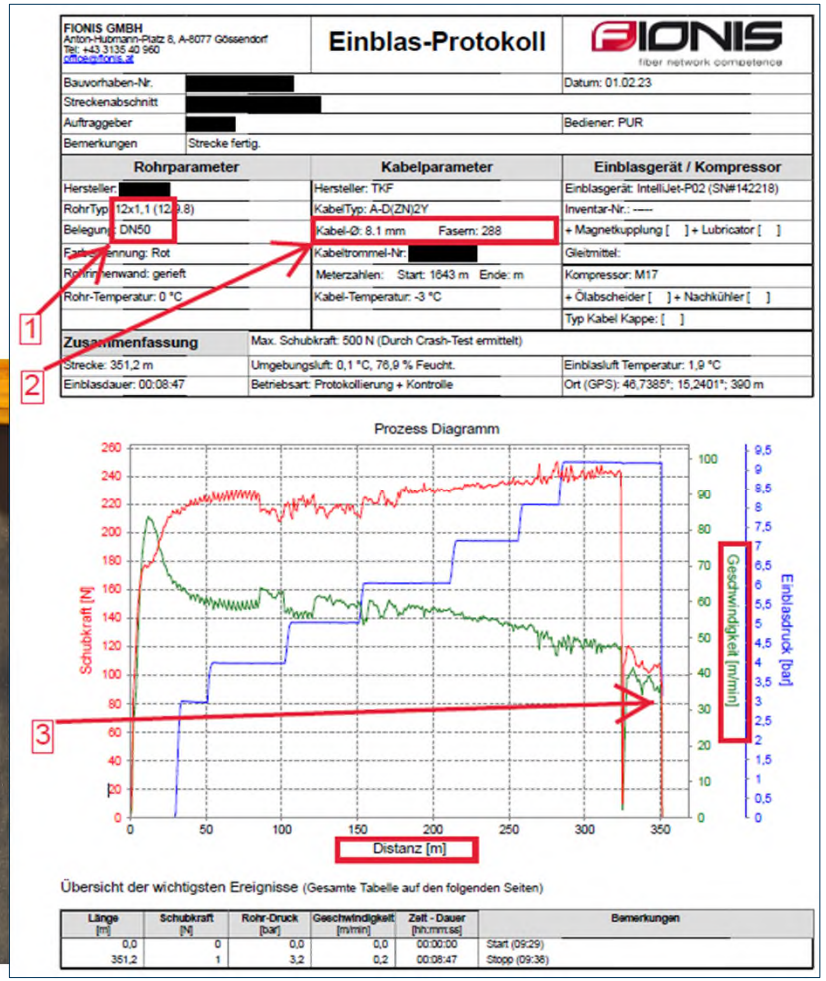
Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Analyse Intellijet 1+

- Einblasverfahren mit Intellijet / automatische Erstellung PDF Einblas-Protokoll
- Typisches Setup / Kompressor / Intellijet / Intellibox
- Protokoll wird als PDF ausgegeben / jeder Meter wird registriert

- Ergebnis Analyse:
  - 1: Single Tube 12x1 in LWL Rohr 50 (hochgerüstet)
  - 2: 8,1 mm Kabel mit 288 Fasern
  - 3: Kleinste Geschwindigkeit 36 m / Minute bei 350 m

  FAZIT: Einblasperformance Einzelrohr mind. 50 % unter Multiro
  Einblaslänge von 2,0 km sind beim 288er im Multirohrverband b
  Rohrverlegung möglich. Materialauswahl beachten.



FIONIS GMBH
Anton-Hubmann-Platz 8, A-8077 Gössendorf
Tel: +43 3135 40 960

Einblas-Protokoll

Bauvorhaben-Nr. [redacted]		Datum: 01.02.23
Streckenabschnitt [redacted]		
Auftraggeber [redacted]		Bediener: PUR
Bemerkungen	Strecke fertig.	

Rohrparameter	Kabelparameter	Einblasgerät / Kompressor
Hersteller: [redacted]	Hersteller: TKF	Einblasgerät: IntelliJet-P02 (SN#142218)
RohrTyp: 12x1,1 (12,0 8)	KabelTyp: A-D(ZN)2Y	Inventar-Nr.: -----
Belegung: DN50	Kabel-Ø: 8.1 mm Fasern: 288	+ Magnetkupplung [ ] + Lubricator [ ]
Farbkennung: Rot	Kabeltrommel-Nr: [redacted]	Gleitmittel:
Rohrinnenwand: gerieft	Meterzahlen: Start: 1643 m Ende: m	Kompressor: M17
Rohr-Temperatur: 0 °C	Kabel-Temperatur: -3 °C	+ Ölabscheider [ ] + Nachkühler [ ]
		Typ Kabel Kappe: [ ]

Zusammenfassung		
	Max. Schubkraft: 500 N (Durch Crash-Test ermittelt)	
Strecke: 351,2 m	Umgebungsluft: 0,1 °C, 78,9 % Feucht.	Einblasluft Temperatur: 1,9 °C
Einblasdauer: 00:08:47	Betriebsart: Protokollierung + Kontrolle	Ort (GPS): 46,7385°; 15,2401°; 390 m

1
2
3

Prozess Diagramm

Übersicht der wichtigsten Ereignisse (Gesamte Tabelle auf den folgenden Seiten)

Länge [m]	Schubkraft [N]	Rohr-Druck [bar]	Geschwindigkeit [m/min]	Zeit - Dauer [hh:mm:ss]	Bemerkungen
0,0	0	0,0	0,0	00:00:00	Start (09:29)
351,2	1	3,2	0,2	00:08:47	Stopp (09:38)

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Analyse Intellijet 2+

- Angaben Intellijet Protokoll:
  - Multitubeverband grünes Rohr 14x2,0
  - Kabel mit 5,1 mm und 72 Fasern
  - Kabel mit 3 Jets in Kaskade eingeblasen
  - 2,594 m eingeblasen (Rest auf 3.473,9 m ausgelegt)

- Ergebnis Analyse:
  - 1: Minijet im T-Stück eingesetzt zur Luftunterstützung
  - 2: Minijet im T-Stück eingesetzt zur Luftunterstützung
  - 3: Streckenabschnitt fertig

FAZIT: Kleiner Kabeldurchmesser ist keine Garantie für gute Einblasleistung. Zwischen Kabeldurchmesser 5,1 mm und Rohrdurchmesser 10 mm liegt ein Luftspalt von ca. 2,5 mm. Zusätzlich wird die Rohrverlegung nicht ideal sein, da das Ergebnis sehr schlecht ist.

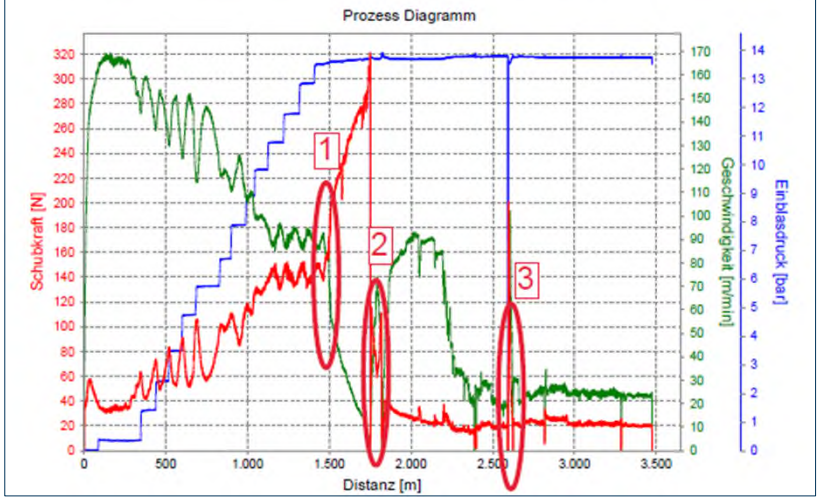
FIONIS GMBH
Anton-Hubmann-Platz 8, A-8077 Gösendorf
Tel: +43 3135 40 960
office@fionis.at

Einblas-Protokoll

Bauvorhaben Nr.	[redacted]	Datum: 03.02.22
Streckenabschnitt	[redacted]	
Firma	Fionis	Einbläser: [redacted]
Bemerkungen	1. Stop - Min jet am Limit. 2. Stop - 2. Minijet am Limit. 3. Stop - Teil Strecke Fertik (achter).	

Rohrparameter	Kabelparameter	Einblasgerät / Kompressor
Hersteller: [redacted]	Hersteller: [redacted]	Einblasgerät: IntelliJet-P02 (SN#135681)
RohrTyp: 14x2,0 (14/10)	KabelTyp: A-D(ZN)2Y 6x12	+ Magnetkupplung [ ] + Lubricator [ ]
Belegung: [redacted]	Kabel-Ø: 5.1 mm Faseranzahl: 72	Gleitmittel: MicroJetting Lube
Farbe/Kennung: Grün	Kabeltrommel-Nr: [redacted]	Kompressor: M31
Rohrinnenwand: gerieft	Meterzahlen: Start: 5307 m Ende: m	+ Ölabscheider [X] + Nachkühler [ ]
Rohr-Temperatur: 0 °C	Kabel-Temperatur: 0 °C	Kabel-Einblaskappe: [ ]

Zusammenfassung:	Max. Schubkraft: 500 N (Gemäss Datenblatt)	
Strecke: 3473,9 m	Umgebungsluft: 5,2 °C, 53,2 % Feucht.	Einblasluft Temperatur: 4,1 °C
Einblasdauer: 02:46:20	Betriebsart: Protokollierung + Kontrolle	Ort (GPS): 46,8787°; 15,6650°; 311 m



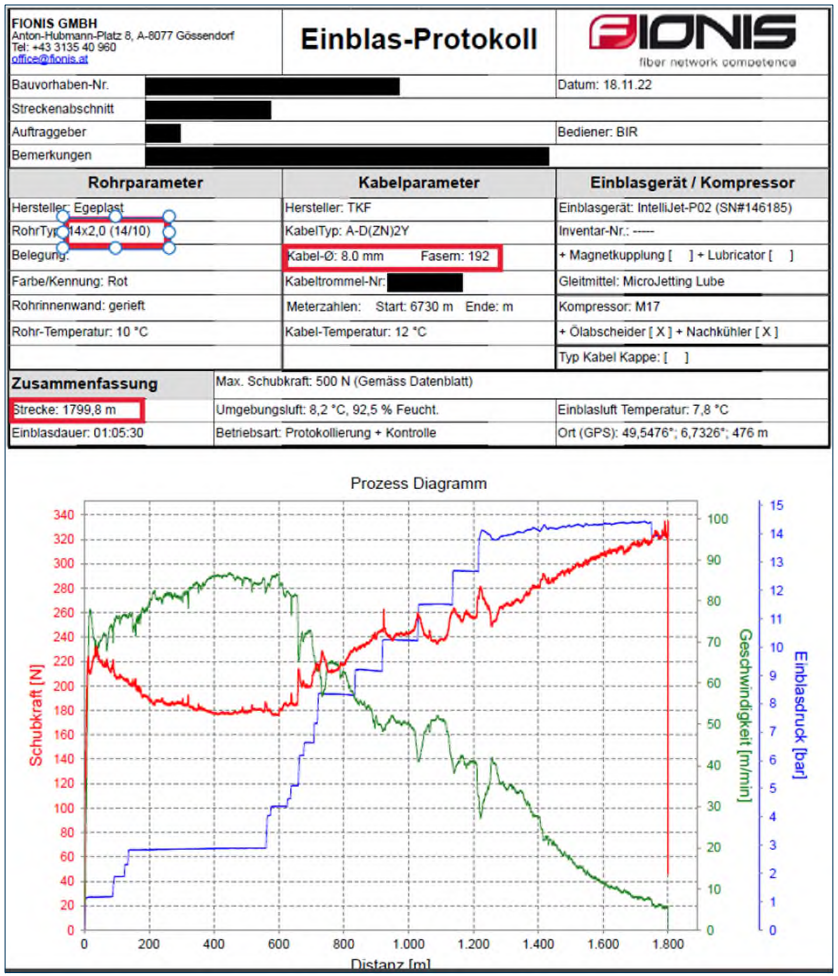
Nachhaltige LWL-Infrastruktur

Praxisbeispiel – Analyse Intellijet 3+

- Angaben Intellijet Protokoll:
  - Multitubeverband rotes Rohr 14x2,0
  - Kabel mit 8,0 mm und 192 Fasern
  - 1.799,8 m eingeblasen

- Ergebnis Analyse:
  - Streckenführung ging leicht bergauf (aus Streckenführung entnommen)
  - Bei 1.000 m erster Engpass (Radius?, Schaden im Rohr?)
  - Bei 1.200 m zweiter Engpass (Radius / Schaden im Rohr)
  - Bei 1.800 m Ende

FAZIT: Luftspalt 1,0 mm ist für dieses Kabel ideal, da trotz widriger Bedingungen das Kabel mit 8,0 mm Durchmesser 1,8 km in einer Strecke ohne Ziehschacht eingeblasen werden konnte.



FIONIS GMBH
Anton-Hubmann-Platz 8, A-8077 Gössendorf
Tel: +43 3135 40 960
office@fionis.at

Einblas-Protokoll

Bauvorhaben-Nr. [redacted]		Datum: 18.11.22
Streckenabschnitt [redacted]		
Auftraggeber [redacted]		Bediener: BIR
Bemerkungen [redacted]		
Rohrparameter	**Kabelparameter**	**Einblasgerät / Kompressor**
Hersteller: Egeplast	Hersteller: TKF	Einblasgerät: IntelliJet-P02 (SN#146185)
RohrTyp: 14x2,0 (14/10)	KabelTyp: A-D(ZN)2Y	Inventar-Nr.: -----
Belegung:	Kabel-Ø: 8.0 mm Fasern: 192	+ Magnetkupplung [ ] + Lubricator [ ]
Farbe/Kennung: Rot	Kabeltrommel-Nr: [redacted]	Gleitmittel: MicroJetting Lube
Rohrinnenwand: gerieft	Meterzahlen: Start: 6730 m Ende: m	Kompressor: M17
Rohr-Temperatur: 10 °C	Kabel-Temperatur: 12 °C	+ Ölabscheider [X] + Nachkühler [X]
		Typ Kabel Kappe: [ ]
Zusammenfassung	Max. Schubkraft: 500 N (Gemäss Datenblatt)	
Strecke: 1799,8 m	Umgebungsluft: 8,2 °C, 92,5 % Feucht.	Einblasluft Temperatur: 7,8 °C
Einblasdauer: 01:05:30	Betriebsart: Protokollierung + Kontrolle	Ort (GPS): 49,5476°; 6,7326°; 476 m

Nachhaltige LWL-Infrastruktur

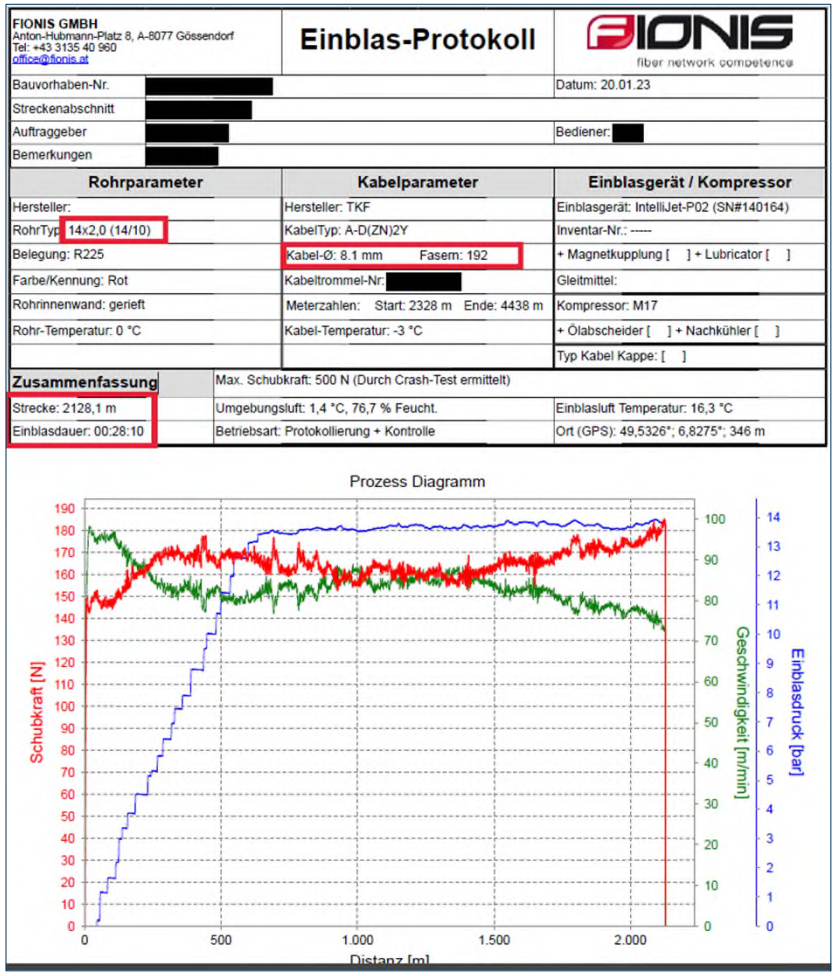
Praxisbeispiel – Analyse Intellijet 4-

- Angaben Intellijet Protokoll:
  - Multitubeverband rotes Rohr 14x2,0
  - Kabel mit 8,1 mm und 192 Fasern
  - 2.128,1 m eingeblasen

- Ergebnis Analyse:
  - Streckenführung waagrecht
  - Einblasgeschwindigkeit nach 2.128 m noch immer hoch bei > 72 m
  - Einblasdruck linear und dosiert angestiegen

  FAZIT: Kabeldurchmesser 8,1 mm mit optimaler Einblasleistung in 28 Minuten. Rohrstrecke muss in perfektem Zustand sein. Ideale Sandbettung wird vorausgesetzt. Besser geht nicht mehr! Prognostizierte Einblaslänge bei längerer Streckenführung zwischen 2,8 und 3,0 km in einer Länge.

- ☺



FIONIS GMBH
Anton-Hubmann-Platz 8, A-8077 Gössendorf
Tel: +43 3135 40 960
office@fionis.at

Einblas-Protokoll

FIONIS fiber network competence

Bauvorhaben-Nr. [redacted]		Datum: 20.01.23
Streckenabschnitt [redacted]		
Auftraggeber [redacted]		Bediener: [redacted]
Bemerkungen [redacted]		

Rohrparameter	Kabelparameter	Einblasgerät / Kompressor
Hersteller:	Hersteller: TKF	Einblasgerät: IntelliJet-P02 (SN#140164)
RohrTyp: 14x2,0 (14/10)	KabelTyp: A-D(ZN)2Y	Inventar-Nr.: -----
Belegung: R225	Kabel-Ø: 8.1 mm Fasern: 192	+ Magnetkupplung [ ] + Lubricator [ ]
Farbe/Kennung: Rot	Kabeltrommel-Nr: [redacted]	Gleitmittel:
Rohrinnenwand: gerieft	Meterzahlen: Start: 2328 m Ende: 4438 m	Kompressor: M17
Rohr-Temperatur: 0 °C	Kabel-Temperatur: -3 °C	+ Ölabscheider [ ] + Nachkühler [ ]
		Typ Kabel Kappe: [ ]

Zusammenfassung		
Strecke: 2128,1 m	Max. Schubkraft: 500 N (Durch Crash-Test ermittelt)	
Einblasdauer: 00:28:10	Umgebungsluft: 1,4 °C, 76,7 % Feucht.	Einblasluft Temperatur: 16,3 °C
	Betriebsart: Protokollierung + Kontrolle	Ort (GPS): 49,5326°; 6,8275°; 346 m

Happy Projects!

Ich beantworte gerne Ihre Fragen!
Besuchen Sie uns auf fionis.at für weitere Details.

FIONIS GmbH
Ing. Thomas Sulzer

Anton-Hubmann-Platz 8
A-8077 Gössendorf
www.fionis.at

+43 3135 40 960 0
office@fionis.at

MONTAGE IHRER NETZAUSBAUPROJEKTE

In Ihrem Glasfaserprojekt unterstützen wir Sie mit einem umfangreichen Leistungsportfolio, das den sorgenfreien Ausbau und anschließenden Betrieb Ihrer Netze sicherstellt.

152 km

geplante Rohrlänge
im Jahr 2022

1684 km

Kabel eingeblasen
im Jahr 2022

56877

gespleißte Fasern
im Jahr 2022

UNSER LAGER UND PRODUKTION

KUNDENSPEZIFISCHE BESTÜCKUNG

- 19“ Spleißboxen, Muffen
- FTTH Endboxen
- Splitter, CWDM, DWDM
- Speziallösungen, Umbauten

PASSLÄNGEN

- Kabel, Multi-/Single-Tube

EIGENLAGER

- 3 Standorte
- 6.000 Artikel

Jeder Kundenwunsch wird von uns persönlich und mit viel Know-How umgesetzt. Für Speziallösungen sind Sie bei uns an der richtigen Stelle!

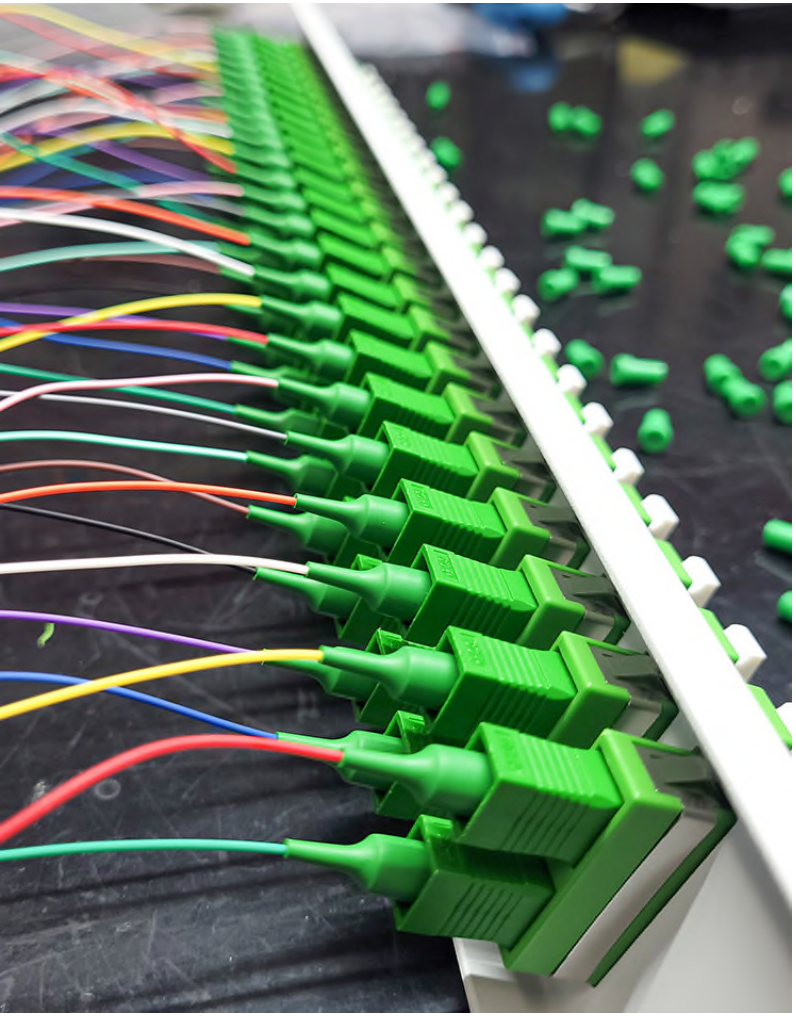
WIR GEBEN UNSER SIEGEL DRAUF!

Mit einem umfangreichen Konzept zur Qualitätssicherung prüfen wir alle durch uns konfektionierten Produkte.

- Erhalt zuverlässiger Lösungen
- Regelmäßige Messungen
- Kennzeichnung durch unser Qualitätssiegel

ZUVERLÄSSIGE LOGISTIK FÜR IHR PROJEKT

- Ca. 1.300 m² Lagerfläche
- Optimierte Logistikprozesse
- Intelligente Bevorratung
- Individuelle Kabel- und Rohrzuschnitte innerhalb 24 Stunden



UNSER PRODUKTPORTFOLIO PASSIV

- Rohre (50, 40 LWL-Rohre)
- Verbundrohrsysteme / Mikrorohrsysteme
- Single- und Multitubes samt Zubehör
- Schächte und Straßenverteiler
- LWL Kabel (Lufthängekabel, Außenkabel, Minikabel, Mikrokabel, Fiberunits), auch vorkonfektionierte LWL Kabel
- Spleißboxen, Endboxen, Muffen, ...
- Breakoutkabel, Patchkabel, Pigtails, Kupplungen, ...
- 19“ Schranksysteme (Knotenräume)
- Splitter, WDM-Filter, CWDM, DWDM, Dämpfungsglieder ...

UNSER PRODUKTPORTFOLIO AKTIV

- Switches
- CPE-Geräte
- SFP`s
- Mediakonverter
- WDM
- GPON OLT

UNSERE DIENSTLEISTUNGEN

- Rohrduplizierung von bestehenden (50er) LWL-Rohren
- LWL Standard-Kabel einjetten
- Minikabel, Mikrokabel, Fiberunits einblasen
- Spleißen, Messen
- Planen von LWL-Infrastruktur (Metronetze, LAN, FTTX …)
- Netzwerkdokumentation
- Materiallogistik (Passlängen, Lagerhaltung)
- Aufbau und Inbetriebnahme von aktiven Gerätschaften
- Ethernet-Durchsatz-Messungen (Y.1564, RFC2544)
- Individuelle Kundenbetreuung und Schulung