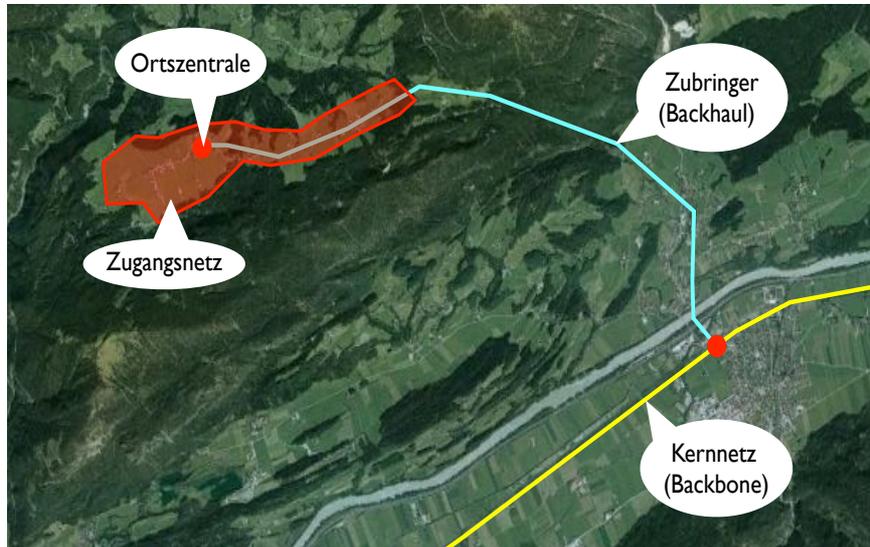


# Praxisseminar Leerrohrtechnik für Glasfasernetze

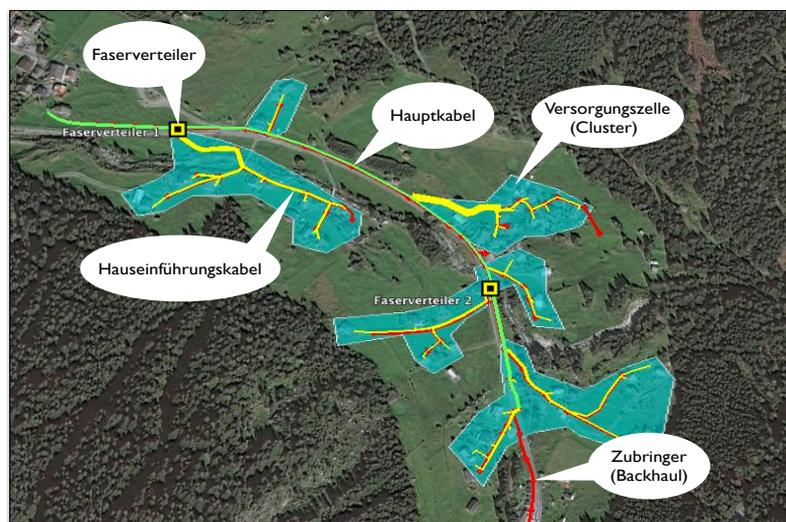


## Struktur eines Glasfasernetzes

# FTTH-Projekt im ländlichen Raum



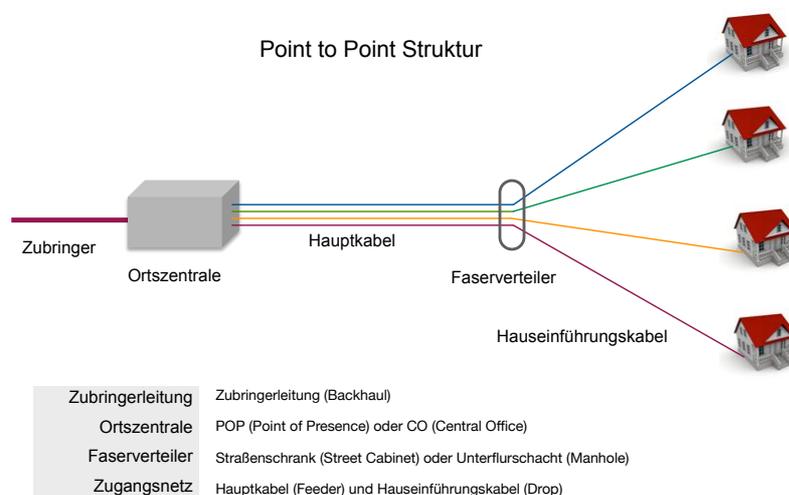
# Beispiel Planung Zugangsnetz



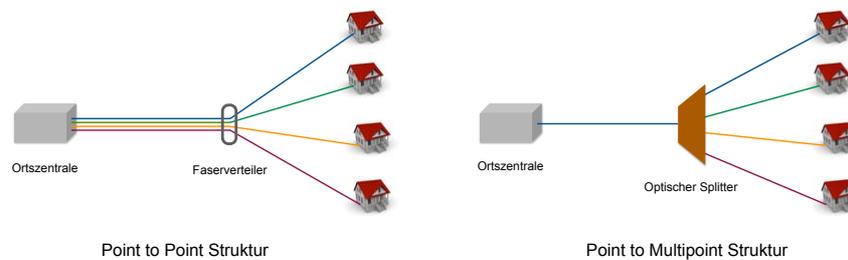
# Beispiel aus NÖ...



# Wie funktioniert ein Glasfasernetz ?



# Zwei Netztopologien für Glasfasernetze



7

# Vergleich P2P und P2MP (GPON)

- GPON:
  - ▶ Optische Splitter für 16, 32 oder 64 Teilnehmer
  - ▶ Bei Splittingfaktor 32 ist die Reichweite typ. 11 km
  - ▶ Die Vorteile von GPON sind weniger Fasern und optische Schnittstellen in der Ortszentrale sowie weniger Fasern im Hauptkabel.
  - ▶ Die Datenrate ist bei GPON pro Zelle bei 2,5 / 1,25 Gbit/s. Im schlechtesten Fall sinkt sie beim Teilnehmer auf 75 / 37,5 Mbit/s bei einem Splitting Faktor von 32.
- P2P Ethernet:
  - ▶ Die P2P-Netzarchitektur ist die zukunftssicherste Netztopologie.
  - ▶ Jeder Kunde hat eine dedizierte Faser und kann Datenraten bis 10 Gbit/s nutzen.
  - ▶ Hohe Reichweiten (20 km mit Standardkomponenten)
  - ▶ Einfache Wartung und Fehlersuche
  - ▶ Höhere Ausfallsicherheit - es ist nur ein Kunde betroffen
  - ▶ Technische Upgrades können je nach Kunde vorgenommen werden
- In Europa ist das Verhältnis P2P zu P2MP wie 73 % zu 27 %.
- GPON wird meist von großen TK-Unternehmen eingesetzt.

8

# Zusammenfassung

Ein optisches Zugangsnetz besteht aus folgenden Grundelementen: Ortszentrale, Hauptkabel, Faserverteiler, Hauseinführungskabel und Hauseinführung.

LWL-Kabel werden in Mikrorohren von der Ortszentrale bis zum Teilnehmer geführt.

Es wird empfohlen, Leerrohr-Infrastrukturen als „**neutrale**“ Infrastrukturen zu konzipieren, um Kooperationen mit allen Netzbetreibern zu ermöglichen.

## (Mit-)Nutzung bestehender Schutzrohre

## (Mit-)Nutzung bestehender Schutzrohre



Kabelkanalrohr  
aus PVC glatt

Mehrfachbelegungsrohr  
aus PE-HD gerieft

Kabelschutzrohr  
aus PE-HD gerieft

Quelle: Rehau

11

## KSR Kabelschutzrohr



- PE-HD Kabelschutzrohr mit Innenriefung
- Durch die Riefung werden 40 bis 60% höhere Einblaslängen erreicht
- Üblich sind DA 50, 40 und 32 mm
- Robuste Lösung
- Oft werden LWL-Kabel direkt eingeblasen

12

# KSR mit dünnwandigen Subrohren MR



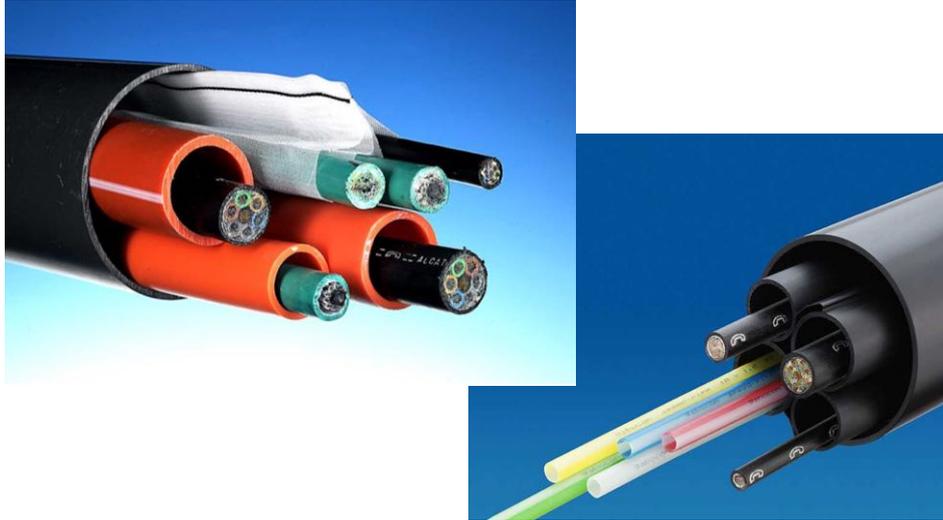
- KSR 50 gerieft
- höhere Flexibilität durch Subrohre
- Subrohre aus PE-HD dünnwandig, gerieft
- MR werden eingeblasen
- Einblaslängen bis 2.000 m möglich

DA 50 mit 7 Subrohren 10/1 mm  
(7 x 96 = 672 Fasern)

# Abschluss gas- und wasserdicht



# Nachträgliche Bestückung eines KKR



# Zusammenfassung

Die Verwendung von bestehenden Schutzrohren senkt die Kosten eines FTTH-Projektes, da die Neuverlegung mit Tiefbauten entfallen.

Je nach Bestand und Situation ist die Einbringung von LWL-Kabeln mit oder ohne Rohrunterteilung zu prüfen.

Voraussetzung ist, dass bestehende Rohrsysteme gut dokumentiert sind.

## Erforderliche Tätigkeiten bei bestehenden Schutzrohren

## Erforderliche Tätigkeiten für KSR und MBR

- Reinigung
- Kalibrierung
- Druckprüfung
- Einblasen von Subrohren
- Einziehen von Subrohren

# Reinigung

- Durch den Reinigungsvorgang werden kleine Verunreinigungen entfernt.
- Zusätzlich kann damit ein Rohr vorgeschmiert werden.
- Dazu wird ein geeigneter Schwamm durchgeblasen oder durchgezogen.
- Größere Verunreinigungen können mit einer Bürste entfernt werden.



Quelle: Vetter

19

# Kalibrierung

- Prüfung der lichten Weite durch Einblasen oder Einziehen eines Kalibers mit Ortungsmöglichkeit.
- Bei KSR wird ein Kaliber durchgeblasen z. B. 35 mm Kaliber für KSR 50 x 4,6 mm, Auffänger notwendig, Druck 2 bis 4 bar
- Bei KKR oder MBR wird ein Kaliber durchgezogen
- Wenn möglich, nicht am Freitag Nachmittag kalibrieren

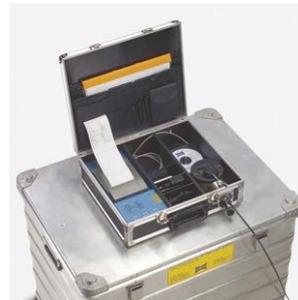


Quelle: Vetter

20

# Druckprüfung

- Die Druckprüfung ist eine Erweiterung der Kalibriereinheit.
- Für ein KSR wird ein Druck von 5 bar verwendet. Der Druckabfall darf nach 20 min nicht größer als 0,5 bar sein.
- Der Vorgang muss mit einem Schreibgerät aufgezeichnet werden.



Quelle: Vetter

21

# Einblasen von dünnwandigen Subrohren

- Einblasgerät
- Spulenhalter
- Leistungsfähiger Kompressor



Quelle: Vetter

22

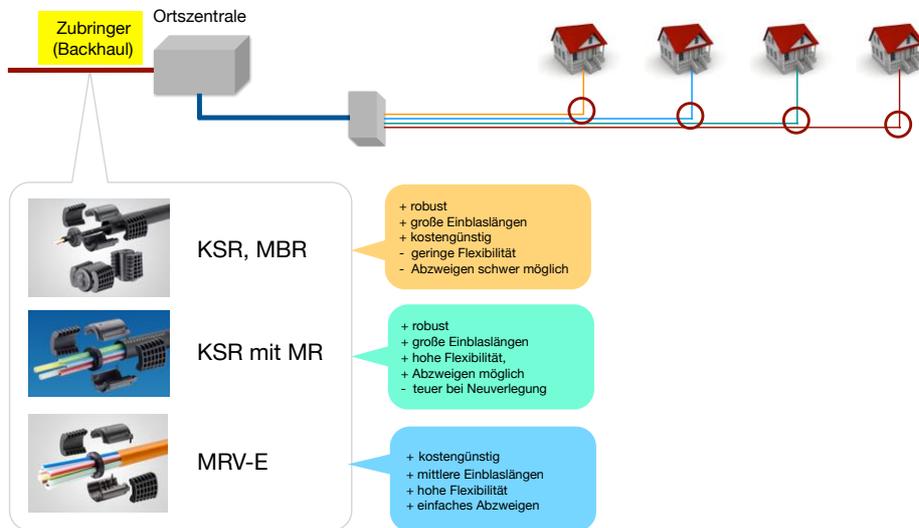
# Einziehen von MRV-E in KSR und MBR

- Verwendung von Ziehköpfen und Aufschneidevorrichtung für den Mantel

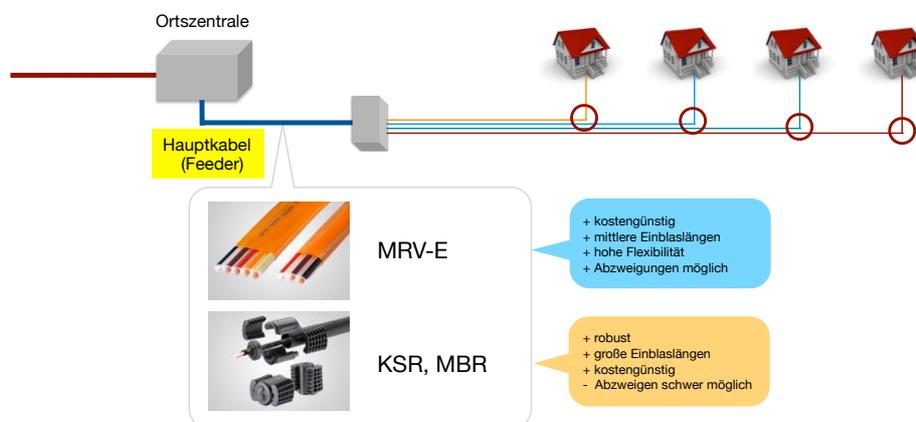


# Kabelschutzrohre für Neuverlegung

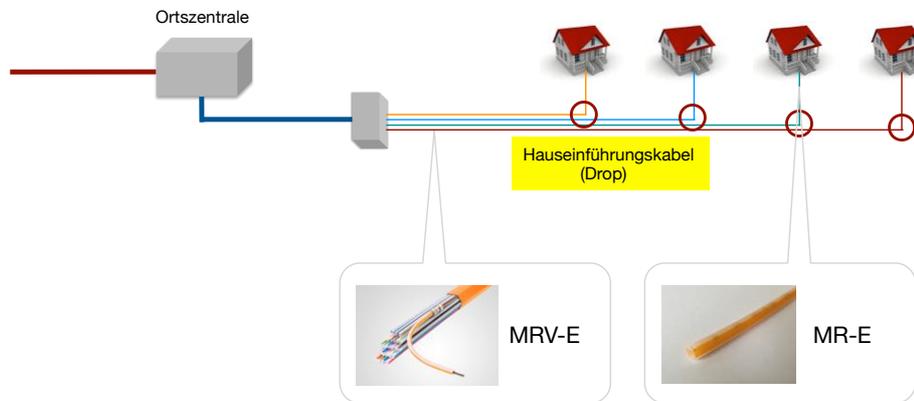
# Kabelschutzrohre für Zubringer



# Kabelschutzrohre für Hauptkabel



# Kabelschutzrohre für Hauseinführungskabel



# Erdverlegbare Mikrorohre für Hauseinführungskabel



Durchmesser außen (mm)	Durchmesser innen (mm)	Wandstärke (mm)	Kabeldurchmesser (mm)	Anzahl Fasern
7	4	1,5	1,0 - 2,5	12
10	6	2	2,0 - 4,5	48

## 7 mm oder 10 mm?

- 7 mm Mikrorohr erdverlegbar
  - ▶ am weitesten verbreitet in Europa
  - ▶ erlaubt hohe Packungsdichten
  - ▶ mit bis zu 12 Fasern belegbar
  - ▶ einfachere Hauseinführung
  
- 10 mm Mikrorohr erdverlegbar
  - ▶ wird in Tirol und im Burgenland eingesetzt
  - ▶ im ländlichen Raum gut einsetzbar, da keine großen Packungsdichten notwendig sind
  - ▶ mit bis zu 48 Fasern belegbar
  - ▶ robuster in der Verlegung

## Lose oder feste Hüllen ?

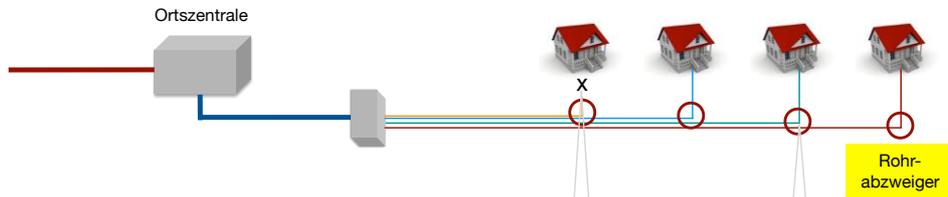


- ▶ lockere Außenhülle
- ▶ montagefreundlich
- ▶ verlegbar mit kleineren Radien
- ▶ wird flach getrommelt
- ▶ kleine Trommeln möglich



- ▶ eng anliegende Außenhülle
- ▶ sehr steif
- ▶ verlegbar mit großen Radien
- ▶ nur große Trommeln möglich
- ▶ weniger Vorlegefehler

# Abzweigung zum Gebäude



Rohrvorrat für nicht angeschlossene Teilnehmer



optionaler Überlängenspeicher



Abzweihilfe



Doppelsteckmuffe

# Abzweigung zum Hausanschluss



# Hersteller von Mikrorohrsystemen



Duraline



Emtelle

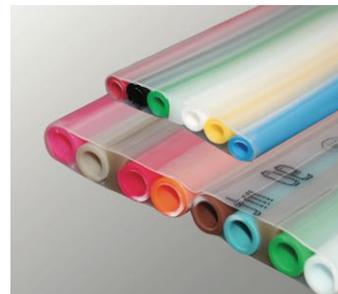


Egeplast

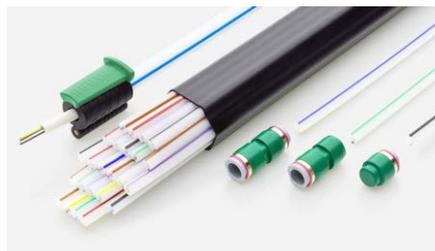
# Hersteller von Mikrorohrsystemen



Gabocom



GM Plast



Rehau

# Zusammenfassung

Bei Neuverlegungen von Kabelschutzrohren für Hauptkabel und Hauseinführungskabel ist die Verwendung von erdverlegbaren Mikrorohren und Mikrorohrverbänden die kostengünstigste und flexibelste Variante.

Für den Hausanschluss werden meist 7 mm bzw. 10 mm Mikrorohre für die direkte Erdverlegung verwendet.

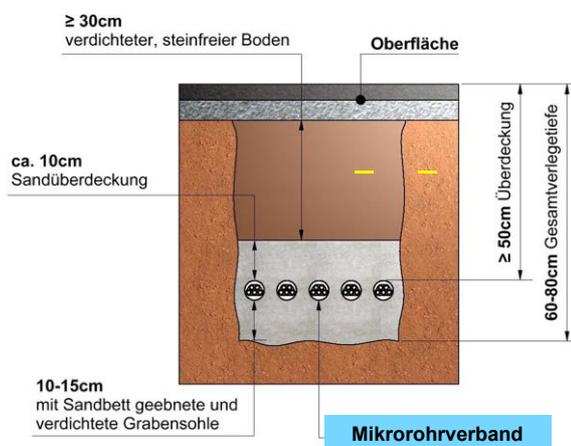
Falls sich ein Teilnehmer nicht gleich anschließen lassen möchte, sollte ein Rohrvorrat an der Grundstücksgrenze abgelegt werden.

# Verlegung von Schutzrohren

# Verlegetechniken von Schutzrohren

- Verlegung im offenen Graben
- Kabelpflug
- Grabenfräse
- Bohrverfahren mit Erdrakete
- Trenching
- Befestigung auf Strommasten
- Spülbohrung
- Verlegung in Kanälen

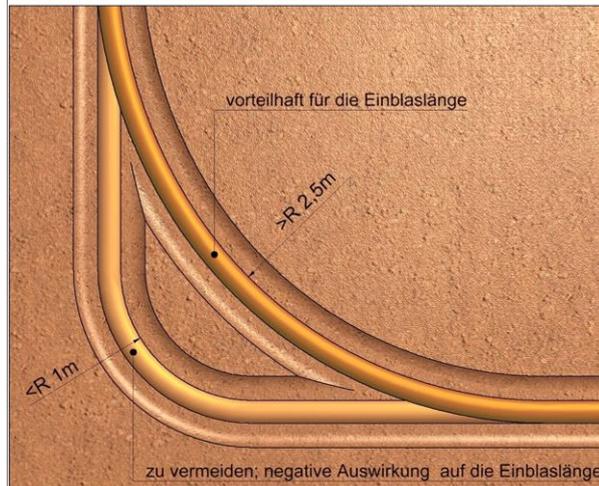
# Verlegung von Leerrohren in Künetten



Warnband  
nicht  
vergessen!



# Verlegeradien von MRV-E



- bei 20°C:  $> 1\ m$
- bei 10°C:  $> 2\ m$
- bei 0°C:  $> 2,5\ m$

# Kabelpflug

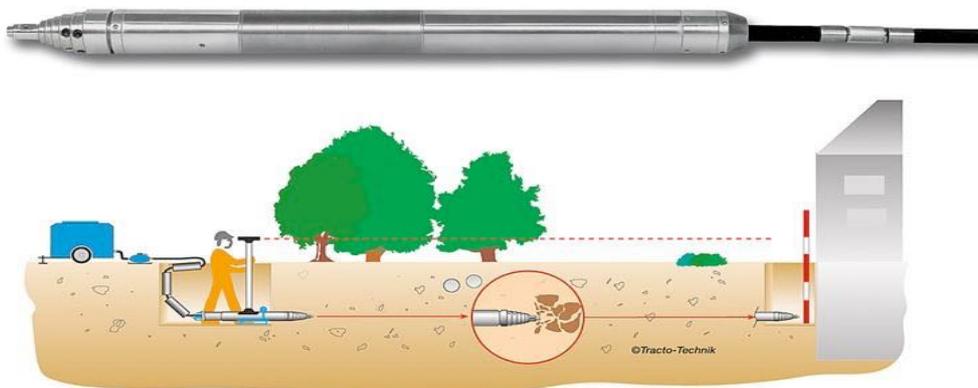


# Grabenfräse



Quelle: DW-Tech

# Bohrverfahren mit Erdrakete



# Bohrverfahren aus dem Keller



Ein Bagger im Garten ist meist unerwünscht!

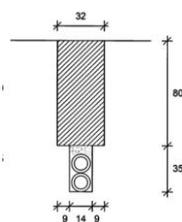
Deshalb Bohrverfahren direkt aus dem Keller!



Quelle: Tracto-Technik

43

# Nano-Trenching (Fa. Pichler)



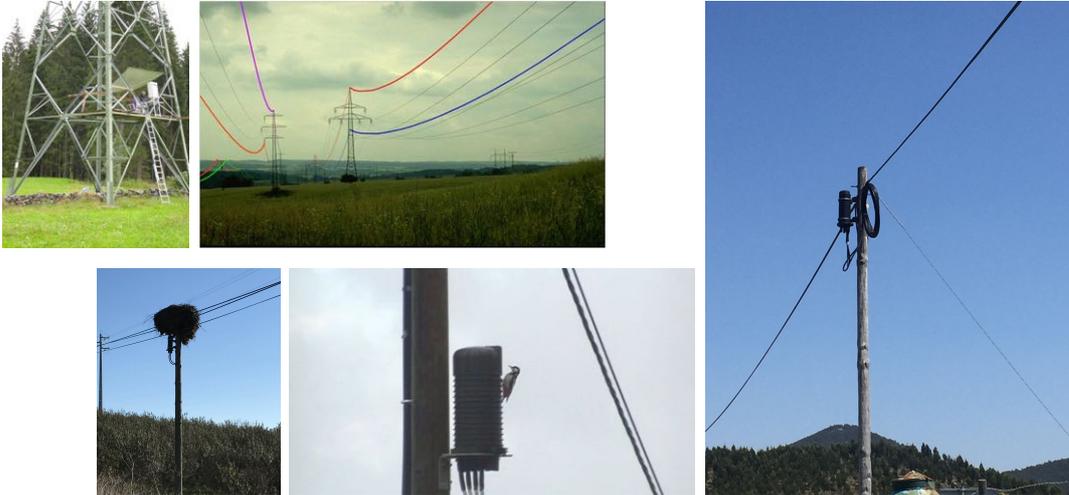
Abmessungen in mm



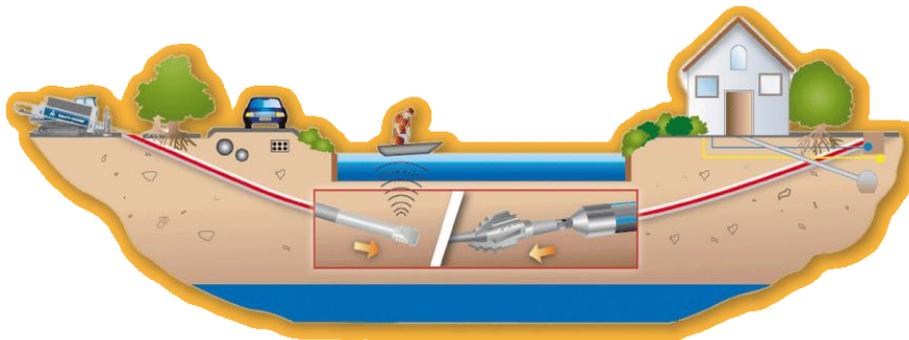
Quelle: [www.nano-trench.com](http://www.nano-trench.com)

44

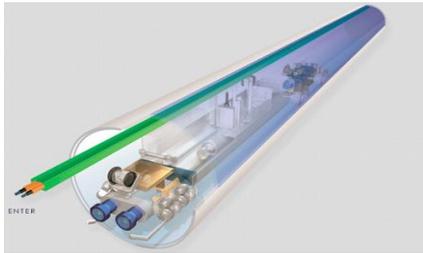
# LWL-Luftkabel auf Strommasten



# Spülbohrverfahren



# Verlegung in Abwasserkanälen



Quellen: Cablerunner und Fast Opticom

47

# Zusammenfassung

Die Standard-Verlegetechnik für Kabelschutzrohre ist die Verlegung im offenen Graben (Künette). Die Künetten-Abmessungen werden oft von der Gemeinde vorgegeben.

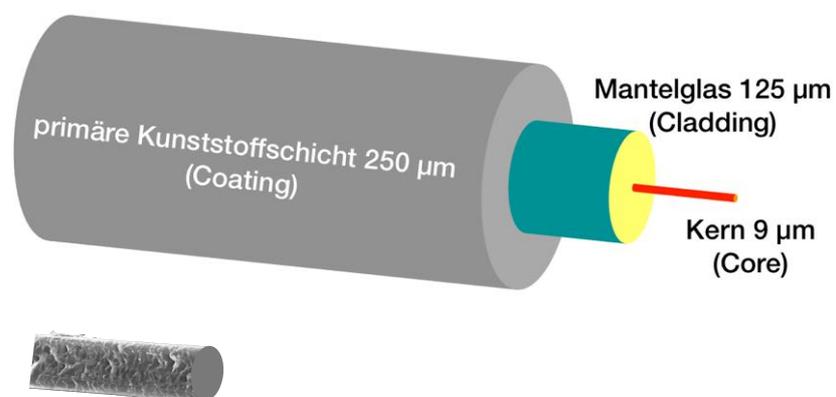
Sehr kostengünstig ist die Verlegung mit dem Kabelpflug oder Grabenfräse sofern der Untergrund geeignet ist.

Es gibt auch alternative Verlegetechniken wie z.B. auf Strommasten.

48

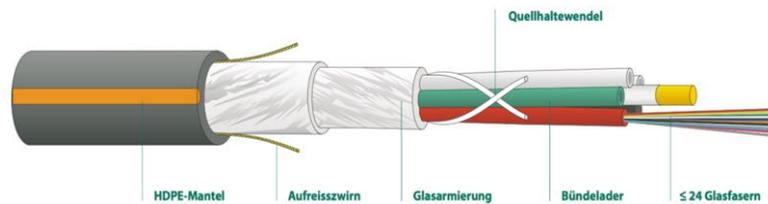
# LWL und LWL-Kabel

# Aufbau Single-Mode Faser



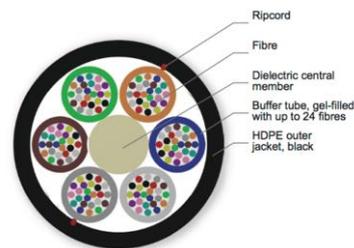
menschliches Haar 50-70 µm

# LWL-Kabel mit verseilten Bündeladern



## Bündelader:

2 bis 24 Glasfasern sind mit einem Kunststoffmantel lose umhüllt, der den Sekundärschutz bildet. Er besteht aus einer oder zwei Schichten Kunststoff. Die Hohlräume sind mit Gel gefüllt. Der Außendurchmesser beträgt 2 bis 4 mm.



Quelle: Dätwyler und Corning

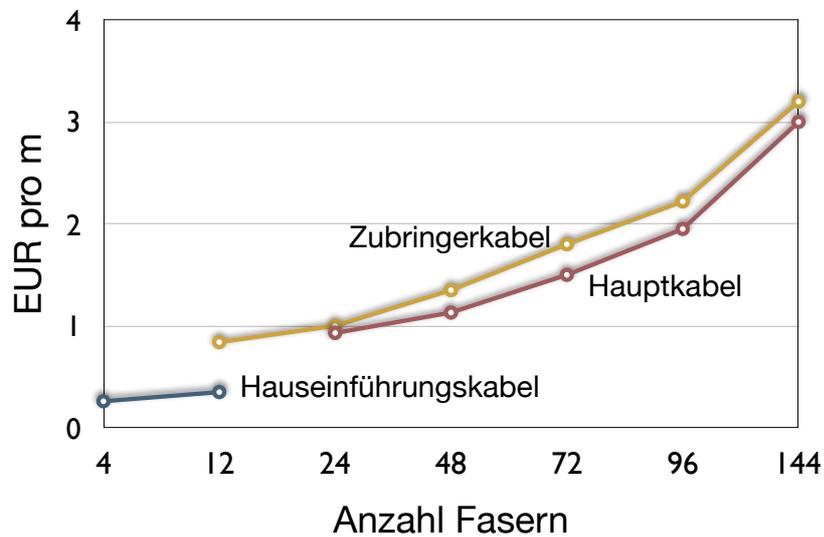
51

# Bauformen von LWL-Außenkabeln

- Erdkabel für Backhaul
  - ▶ Diese Kabel sind hochfasrige verseilte Kabel bis 18 mm Außendurchmesser und mit bis zu 432 Fasern. Sie werden in Kabelschutzrohren und Kabelkanalrohren verwendet.
- Minikabel für Feeder
  - ▶ Minikabel haben einen Außendurchmesser > 4 - 12 mm für eine Faserzahl von 48 bis 288 Fasern. Sie sind für das Einblasen in Mikrorohre optimiert.
- Mikrokabel für Drop
  - ▶ Als Mikrokabel werden LWL-Kabel < 4 mm Außendurchmesser bezeichnet. Die Faseranzahl liegt bei 2 bis 24 Fasern. Sie sind für das Einblasen in Mikrorohre optimiert.

52

## Richtpreise LWL-Kabel für FTTH



## Zusammenfassung

In Glasfasernetzen werden ausschließlich Einmodenfasern verwendet.

Es wird empfohlen, in Außenkabeln und in Innenkabeln die gleiche biegeoptimierte Faser zu verwenden (z.B. nach der Norm G.657.A1).

Da das LWL-Kabel kostengünstig ist, sollten ausreichende Kabelreserven für den Reparaturfall eingebaut werden.

## Einblasen von LWL-Kabeln

## Einblasen von LWL-Mikro- und Minikabel

### ■ LWL-Mikrokabel

- ▶ Durchmesser 1,8 bis 3,5 mm
- ▶ 2 bis 24 Fasern
- ▶ Einblasgeschwindigkeit 40 bis 70 m/min



### ■ LWL-Minikabel

- ▶ Durchmesser 4 bis 11 mm
- ▶ 12 bis 288 Fasern
- ▶ Einblasgeschwindigkeit 40 bis 100 m/min



## Geeignete Kompressoren auswählen



Druck 15 bar  
Luftmenge 0,1 m<sup>3</sup>/min  
für Mikrokabel bis 4 mm



Druck 15 bar  
Luftmenge 1 m<sup>3</sup>/min  
für Minikabel bis 9 mm



Druck 12 bar  
Luftmenge 10 m<sup>3</sup>/min  
für Minikabel bis 30 mm  
und MRV in KSR

Quelle: Vetter

57

## Einblaslängen für LWL-Kabel

- Hauseinführungskabel im Mikrorohr 7 oder 10 mm
  - ▶ **500 m**
- Hauptkabel im Mikrorohr 12 oder 14 mm
  - ▶ **750 m**
- LWL-Kabel in Kabelschutzrohr D50
  - ▶ **2.000 m**

58

## Einblasen in zwei Richtungen



Schlaufenkorb Figarino von Vetter



Schlaufe manuell auslegen

## Zusammenfassung

Die Größe des Ringspaltes ist entscheidend für das Einblasverhalten. Ringspalte unter 0,75 mm sind zu vermeiden.

Die Einblaslängen bestimmen die Vorgaben für die Abstände der Faserverteiler und die Clustergrößen.

Das Einblasen von LWL-Kabeln sollte nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

# LWL-Steckverbindungen

## Verwendete Steckertypen



SC/APC



LC/APC



E2000/APC

- APC Schliff (8°)
- Dämpfung: max 0,25 dB bei 1550 nm
- Rückflussdämpfung: min. 65 dB
- Steckzyklen: min. 1.000
- Anwendung:
  - ▶ SC/APC für den passiven Bereich
  - ▶ LC/APC für aktive Komponenten
  - ▶ E2000/APC für Backhaul und Backbone

SC: Subscriber Connector  
LC: Lucent Connector  
E-2000: Fa. Diamond

PC: Physical Contact  
APC: Angled Physical Contact

# Zusammenfassung

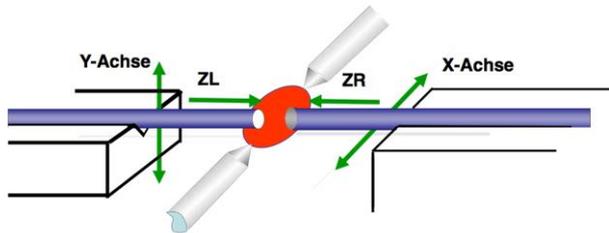
Es sollten nur Stecker mit dem Schrägschliff (APC) verwendet werden (grüne Stecker).

Für den passiven Teil des Zugangsnetzes sollten nur SC/APC Stecker verwendet werden. Für aktive Komponenten ist der LC/APC Stecker aus Platzgründen notwendig.

Jeder Stecker sollte bei der Inbetriebnahme inspiziert und gegebenenfalls gereinigt werden.

# LWL-Spleißverbindungen

# Spleißen



Dauer eines Spleißvorgangs: 7 bis 10 s  
Tagesleistung: 50 bis 100 Spleiße

Spleißdämpfung: max. 0,15 dB, typ. 0,01 dB  
Rückflussdämpfung: nicht messbar



# Spleißschutz anbringen und ablegen



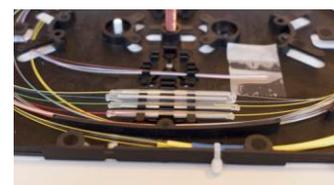
Crimp-Spleißschutz  
(wird nicht empfohlen)



Schrumpf-Spleißschutz  
(Schrumpföfen in Spleißgerät integriert)



Spleißkamm



Ablage in Spleißkassette

# Spleißkassetten

- Spleißkassetten dienen zur Ablage der Fasern mit den Spleißschutzröhrchen.
- Es gibt Spleißkassetten in verschiedenen Größen für unterschiedliche Biegeradien.
- Man unterscheidet Standard- und Fasermanagement-Spleißkassetten. Letztere erlauben das Verbinden von Fasern beliebiger Röhrchen in verschiedenen Kabeln.
- Spleißkassetten unterschiedlicher Hersteller sind nicht kompatibel.

# Zusammenfassung

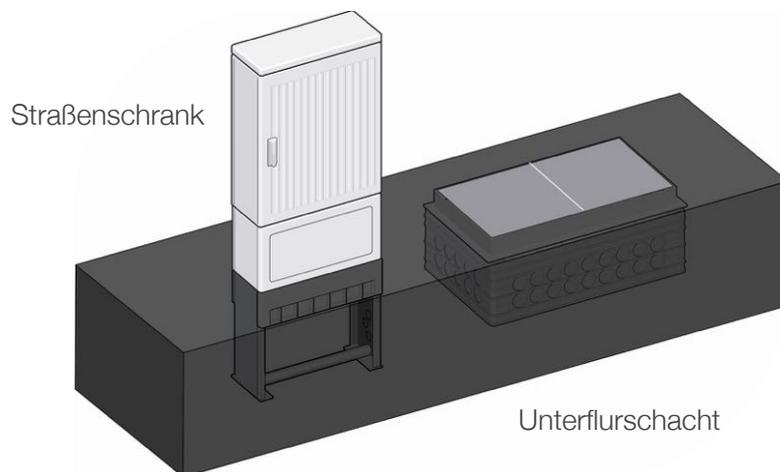
LWL-Spleißverbindungen sind nahezu ideale Verbindungen von Lichtwellenleitern.

Eine gute Spleißverbindung ist messtechnisch nicht erfassbar.

Ein Zugangsnetz braucht üblicherweise drei Spleißverbindungen pro Faser zum Teilnehmer.

# Faserverteiler

# Faserverteiler



# Unterflurschacht



Quelle: Langmatz

71

# Einfache Schachtbestückung



Quelle: Lemka

72

# Unterflurschacht geschlossen



# Straßenschrank



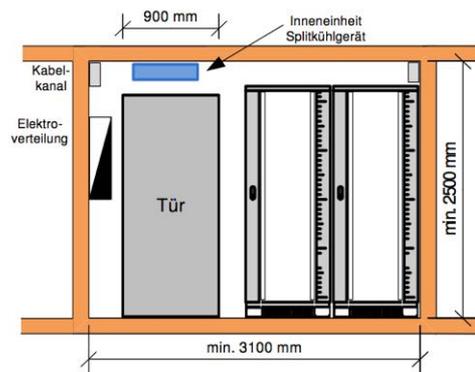
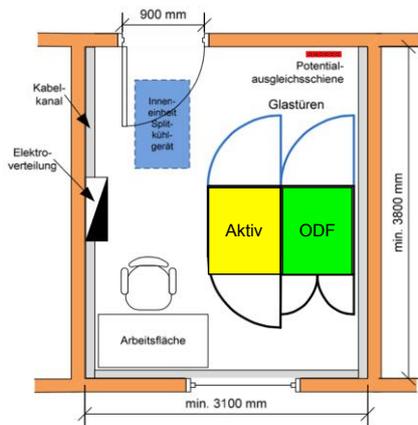
# Zusammenfassung

Faserverteiler sind rein passiv und verbinden über Spleißverbindungen LWL-Hauptkabel mit den Hauseinführungskabeln.

Meist sind Faserverteiler als Straßenschränke ausgeführt.

# Ortszentrale

# Platzbedarf für kleine Ortszentrale



# Ortszentrale: Schränke



# Optische Wandler - SFP Module

## ■ SFP-Transceiver Module bidirectional für die Datenübertragung

- ▶ 1310 nm und 1550 nm
- ▶ 1 Gbit/s Datenrate symmetrisch, 10 Gbit/s auch verfügbar
- ▶ verschiedene Reichweiten: 10 km bis 100 km
- ▶ LC/APC Schnittstelle

Beispiel:

10 km SFP bidirectional single mode

Sendepiegel: -9 bis -3 dBm

Empfangspiegel: -21 bis -3 dBm

Optisches Budget: 12 dB



SFP = Small Form-factor Pluggable

# Ortszentrale im Container



# Zusammenfassung

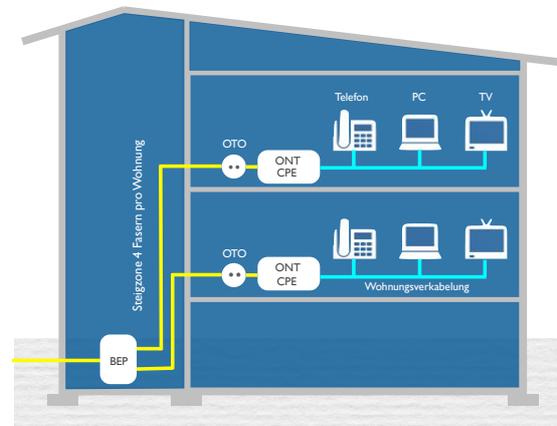
Die Ortszentrale ist der zentrale Knoten eines FTTH-Zugangsnetzes. Sie beinhaltet die passive Terminierung aller Fasern in einem optischen Schnittstellenschrank (ODF). Die aktiven Komponenten (Switches) sind meist in einem zweiten Schrank untergebracht. Bei höheren Teilnehmerzahlen kommen weitere Schränke dazu.

Die Anforderungen an die Ausstattung einer Ortszentrale sind gleich wie für einen Serverraum.

Der Standort sollte so gewählt werden, dass er langfristig nutzbar ist. Eine spätere Verlagerung ist schwer möglich.

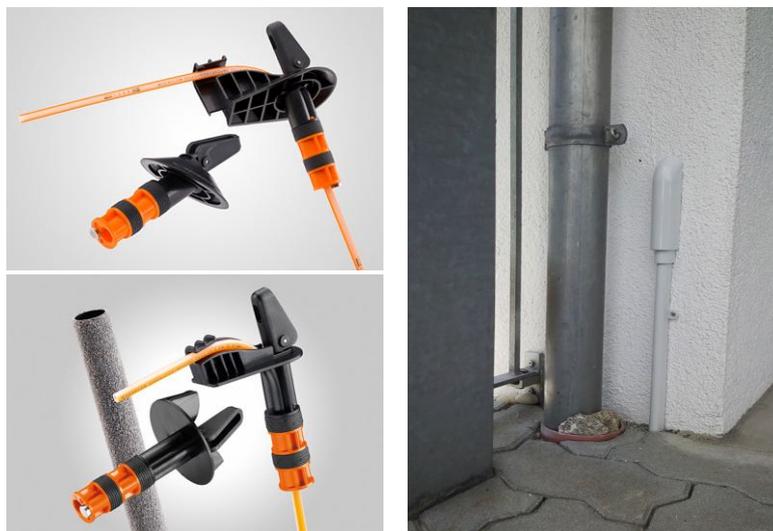
# Gebäudeanschluss

# Glasfaser im Haus



- BEP Gebäudeeinführungspunkt (Building Entry Point)
- OTO Optische Telekommunikationsdose (Optical Telecommunication Outlet)
- ONT Optischer Netzabschluss (Optical Network Termination)
- CPE Teilnehmernetzgerät (Customer Premises Equipment)

# Mauerdurchführungen



# Beispiele für Gebäudeeinführungspunkte



85

# Zusammenfassung

Von der Grundstücksgrenze führt ein Mikrorohr bis in den Keller zu einem Gebäudeeinführungspunkt.

Sowohl die Mauerdurchführung für das Mikrorohr wie auch das LWL-Kabel müssen dicht sein.

Der Gebäudeeinführungspunkt ist ein Kasten, der das LWL-Außenkabel über Stecker mit dem Innenkabel verbindet. Es werden 4 Fasern pro Nutzungseinheit vorgesehen, wobei zwei Fasern davon beschaltet sind.

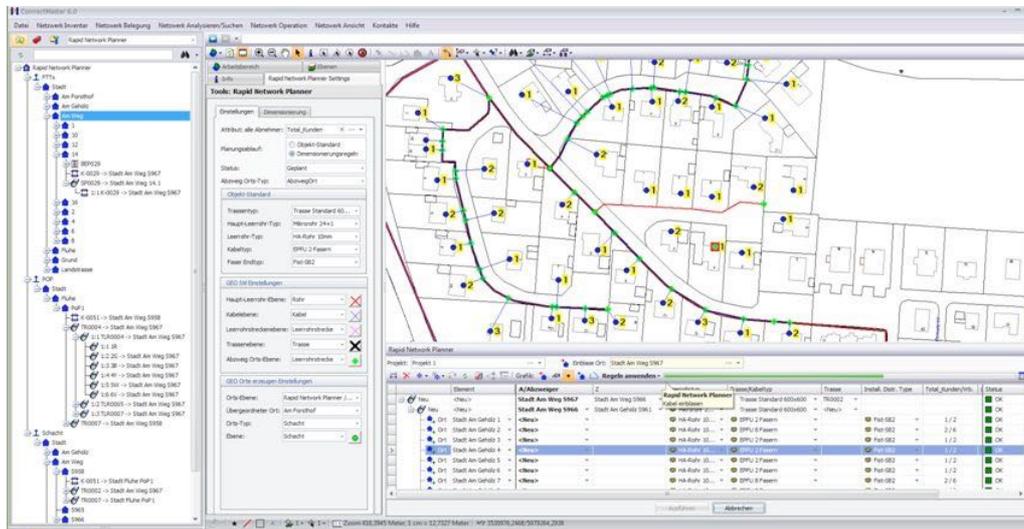
86

# Planungsmethoden

# Google Earth Darstellung



# Planungssoftware



# Planungssoftware

- Spezialisierte Planungssoftware unterstützt den Grobplanungsprozess
- Man kann aus einer Bibliothek Objekte auswählen und diese platzieren. Autorouting ist in der Praxis nicht sinnvoll.
- Man erhält als Output:
  - ▶ Karten und Exportfiles für AutoCad und QGIS
  - ▶ Stücklisten mit Kosten
  - ▶ Leerrohrpläne, Spleißpläne
  - ▶ Patchfeldbelegungen
  - ▶ Trassenbelegungen
  - ▶ und vieles mehr...

# Zusammenfassung

Es wird empfohlen, zu einem frühen Zeitpunkt eine möglichst umfassende Grobplanung zu erstellen. Dies sollte von einer qualifizierten Stelle durchgeführt werden.

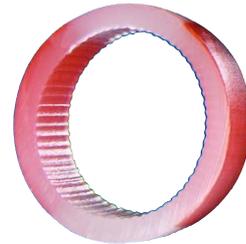
Bei größeren Projekten empfiehlt sich der Einsatz von spezialisierter Planungssoftware.

Auf Basis der Grobplanung erfolgt dann die Feinplanung durch den Tiefbauplaner vor Baubeginn.

# Qualitätssicherung Mikrorohrtechnik

# Mikrorohre sind Qualitätsprodukte

- PE-HD mit Gleitrippen
- Maßhaltigkeit, Ovalität, Durchgängigkeit (Kugelprüfung)
- Temperaturbereich (Einsatz, Verlegung)
- Dauerdruckbeständigkeit, Berstdruck
- Zugfestigkeit, Scheiteldruckfestigkeit
- Zeitstandfestigkeit, Längenänderung
- UV-Stabilität -> Freilagerungsbeständigkeit
- Homogenität, keine Recyclingmaterialien



# Zusammenfassung

Das höchste Einsparungspotential bei Glasfasernetzen liegt im Tiefbau. Deshalb sollten in diesem Bereich alle Möglichkeiten für Synergien genutzt werden.

Ein Glasfasernetz verwendet Mikrorohre und LWL-Mikrokabel mit sehr kleinen Abmessungen. Hier hat man es mit Genauigkeiten und Toleranzen von Zehntel Millimetern zu tun. Deshalb sollten ausschließlich Komponenten mit zertifizierter Qualität verwendet werden und die betrauten Firmen und Mitarbeiter die nötige Fachkompetenz nachweisen.



DI Heinz Loibner  
www.loibner.com  
+43 (664) 3417456

# Noch Fragen?

Diese Seminarunterlage ist für den jeweiligen Kursteilnehmer zur eigenen Nutzung bestimmt. Sie ist urheberrechtlich geschützt. Jede Weitergabe oder Vervielfältigung ist auch auszugsweise nicht gestattet.

Diese Seminarunterlage wurde mit Sorgfalt erstellt und stellt die Meinung des Verfassers dar. Der Verfasser und der Veranstalter übernehmen keinerlei Haftung für die Richtigkeit der Inhalte.