
Gegenüberstellung: PON vs. Ethernet und Microducts vs. Kabel

2. Tagung der CMG-AE Arbeitsgruppe Open Access Network

FTTH/B State of the Art - Innovative Technologien

Dr. Igor Brusic

SBR Juconomy Consulting AG

Wien, 27.05.2010

1 Einführung / Definitionen

2 Vor- und Nachteile der Glasfaser

3 PON vs. Ethernet

4 Microducts vs. Kabel

5 So etwas wie eine Zusammenfassung ...

Einführung / Abgrenzung / Definitionen

- FTTx: Die Präsentation befasst sich mit Technologien die für den Ausbau von Glasfasernetzen im Zugangsbereich (Access Networks) verwendet werden
- Aktiv/passiv: Bedeutet „Stromversorgung notwendig“ oder „Strom nicht notwendig“
- Dämpfungsminimum: In der Glasfaser wird das Licht mit Wellenlängen von 1310, 1490 und 1550 nm übertragen, da bei diesen Wellenlängen die Dämpfungsminima liegen.
- Topologie vs. Technologie : Die Topologie beschreibt wie zwei Endpunkte miteinander verbunden sind, die Technologie mit welcher Technik die Daten zwischen den Endpunkten übertragen werden. „Point-to-Point“ und „Point-to-Multipoint“ kann beiden zugeschrieben werden.

1 Einführung / Definitionen

2 Vor- und Nachteile der Glasfaser

3 PON vs. Ethernet

4 Microducts vs. Kabel

5 Zusammenfassung

Vorteile der Glasfaser

- **Bandbreite** – Die verfügbaren Technologien ermöglichen Übertragungsraten von mehreren Gbit/s. Der Trend ist in Richtung 100 Gbit/s. Theoretisch mehrere Tbit/s.
- **Übertragungsdistanz** – Wegen niedriger Dämpfung können Daten ohne verstärkt zu werden über große Distanzen übertragen werden
- **Kosten** – Anschaffungskosten (CAPEX) werden immer niedriger und niedrige Betriebskosten (OPEX) sind im Vergleich mit bestehenden kupferbasierten Netzen wesentlich geringer (z.B. Energiekosten).
- **Zuverlässigkeit** – Wesentlich höher wegen geringerer Anzahl an Komponenten, höherer Zuverlässigkeit der Architektur und weniger Wartung
- **Sicherheit** – Unempfindlich gegenüber elektromagnetische Interferenzen und Interferenzen verursacht durch Radiofrequenzen. Resistent gegenüber Blitzschlag. Verursacht keine Funken und oxidiert nicht.
- **Abhörsicherheit** – Ist höher, weil das „Anzapfen“ der Leitung nur schwer ohne Unterbrechung der Kommunikation möglich ist. Signale werden nicht elektromagnetisch ausgestrahlt und sind somit nicht über Funk abhörbar.
- **Installation** – Wesentlich leichter wegen reduziertem Diameter und Gewicht der Leitung
- **Zukunftssicher** – Ermöglicht es „den Gang höher zu schalten“: von der elektronischen auf die wesentlich steilere optische Wachstumskurve! Zusätzlich wird mit z.B. Open Access auch das „Technologie-Diktat“ des Incumbents aufgehoben.
- „Der größte Vorteil der Glasfaser ist, dass die Vorteile die Nachteile überwiegen“

Nachteile der Glasfaser

- Kosten der terminierenden Elemente sind noch immer höher als die von kupferbasierten Lösungen
- Wiederholte opto-elektrische und elektrisch-optische Wandlung ist notwendig
- Komponenten wie Verstärker, Splitter, Multiplexer, De-Multiplexer, usw. sind teilweise noch in der Entwicklungsphase
- Mangel an weltweit eindeutigen Standards und Richtlinien
- Optische Fasern sind nicht so leicht in der Handhabung wie kupferbasierte Leitungen. Geschultes Personal ist notwendig.
- Das Verbinden und Schützen von Glasfasern ist kostspieliger als das von kupferbasierten Leitungen
- Der Ausbau von Glasfasernetzen im Anschlussbereich ist in Europa mit hohen Grabungskosten verbunden

Grabungsalternativen

- 80 % der Investitionen entfallen auf Grabungskosten
 - technologische Möglichkeiten, um diese Kosten zu senken
- Micro- und Nano-Trenching (-80 %)
- Nutzung Abwasserkanal (-15 %)
 - Cabelrunner
 - FAST Opticom
 - H2O
- Überlandleitungen
 - verbreitet in Japan (wegen Erdbeben) und Schweden (Permafrost)
- Kupfer mit Glasfaser im Kabel ersetzen (-50 %)



Figure 4: Micro trenching on the pavement



Figure 5: Fiber grooves on the pavement

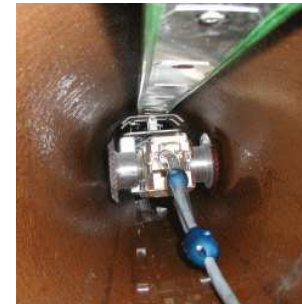
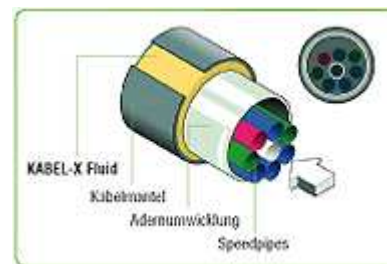
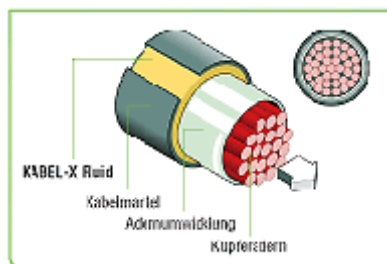
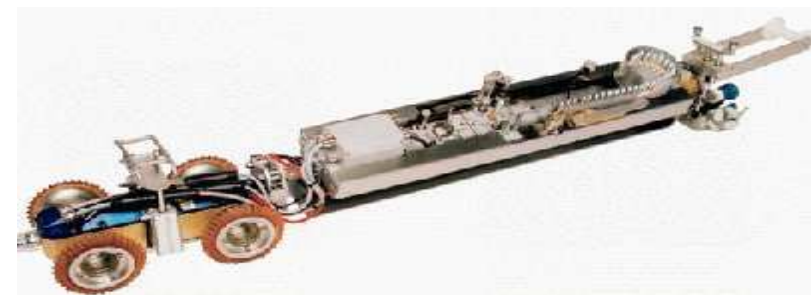


Figure 6: Microduct containing air blown fiber



Bilder: Kabel-x



1 Einführung / Definition

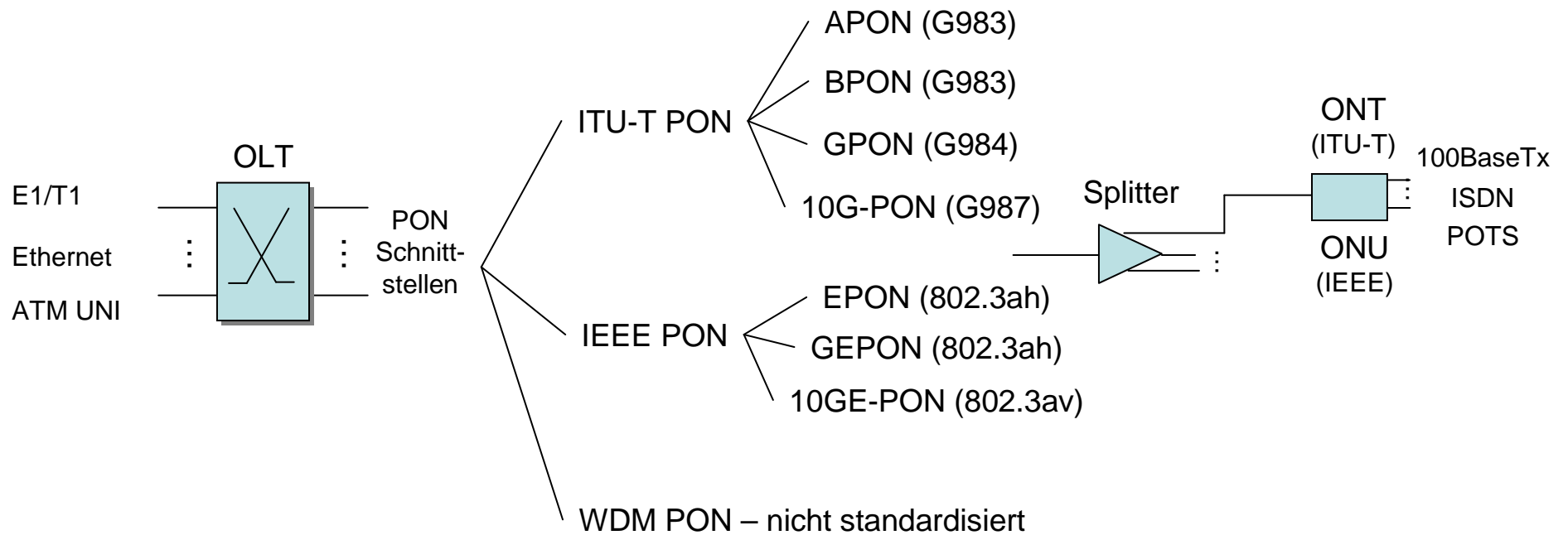
2 Vor- und Nachteile der Glasfaser

3 **PON vs. Ethernet**

4 Microducts vs. Kabel

5 Zusammenfassung

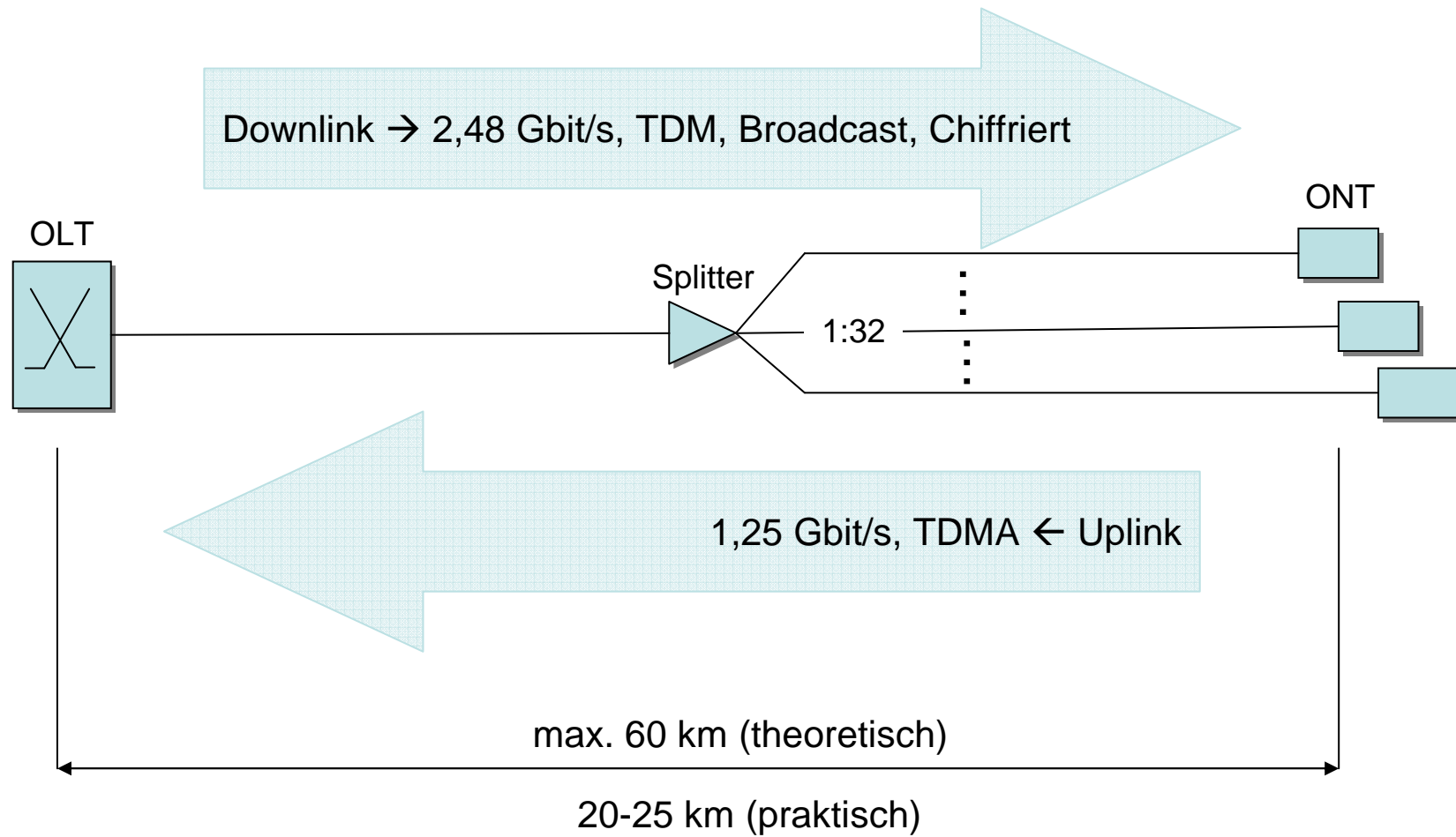
PON (Passive Optical Network)



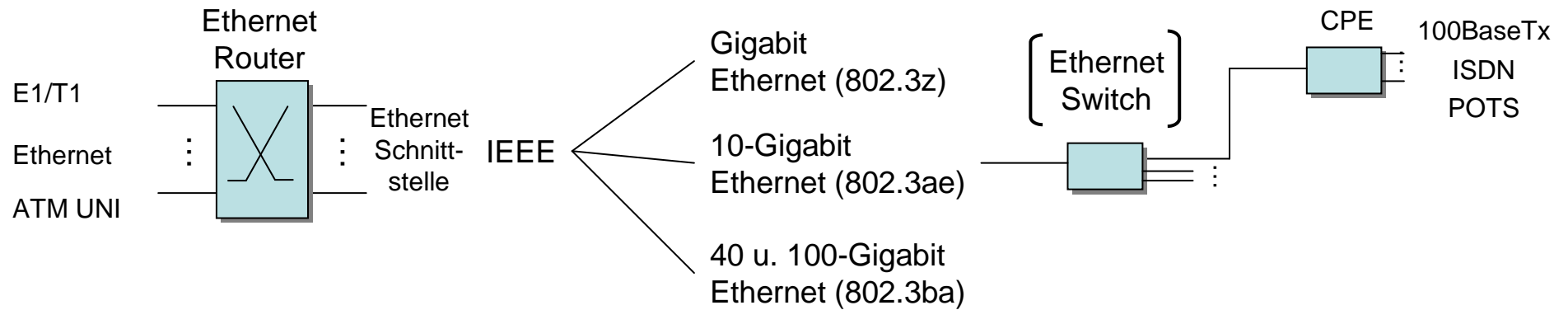
ATM ... Asynchronous Transfer Mode
 UNI ... User Network Interface
 PON ... Passive Optical Network
 OLT ... Optical Line Terminal
 ITU-T ... International Telecommunication Union –
 Telecommunication Standardisation Section
 IEEE ... Institute of Electrical and Electronics Engineers
 POTS ... Plain Old Telephone Service

APON ... ATM PON
 BPON ... Broadband ATM PON
 EPON ... Ethernet Passive Optical Network
 GEAPON ... Gigabit Ethernet PON
 WDM ... Wavelength Division Multiplexing
 ONT ... Optical Network Interface
 ONU ... Optical Network Unit
 ISDN ... Integrated Services Digital Network

PON (Passive Optical Network)



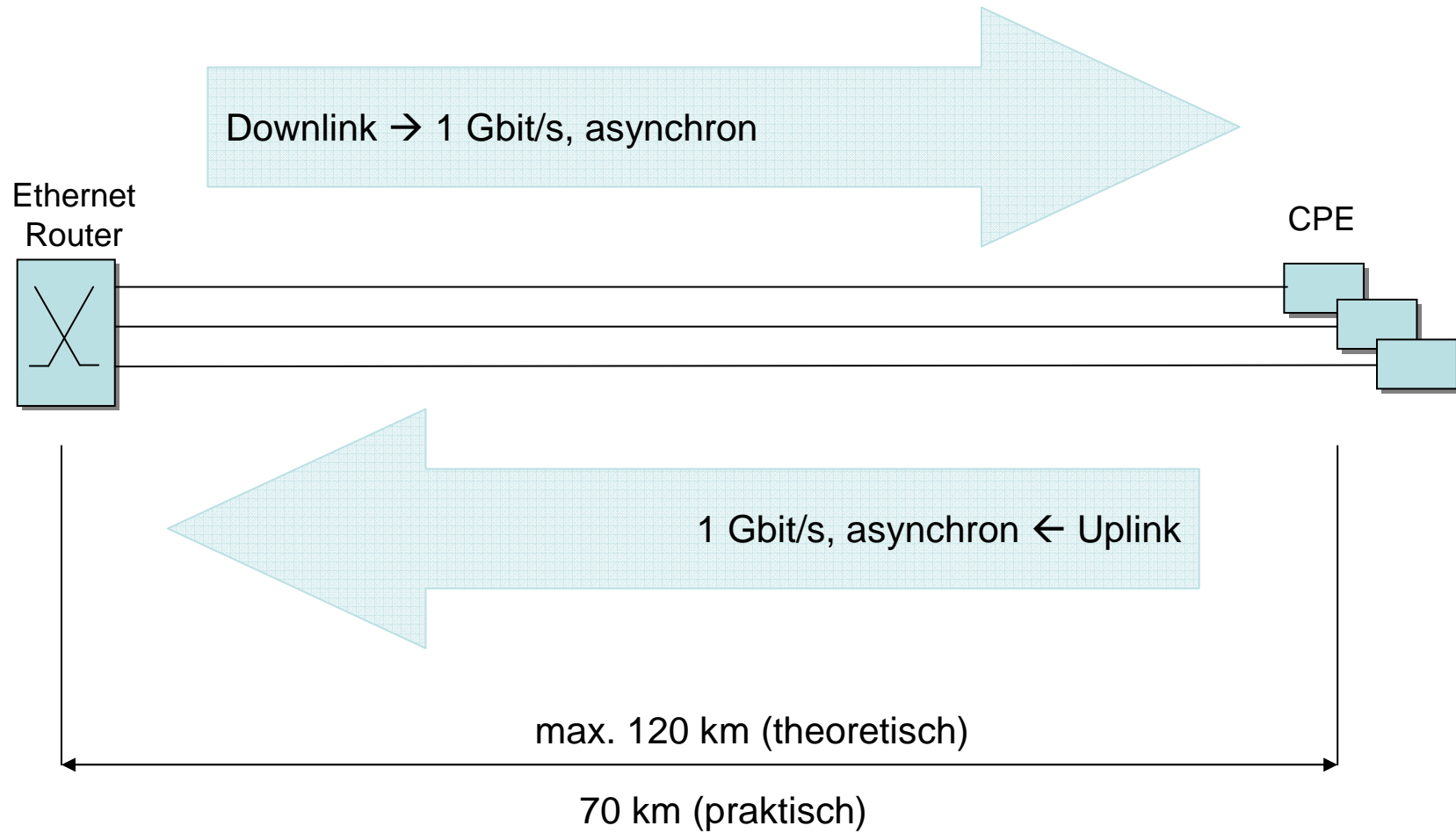
Optisches Ethernet



ATM ... Asynchronous Transfer Mode
 UNI ... User Network Interface
 ITU-T ... International Telecommunication Union –
 Telecommunication Standardisation Section
 IEEE ... Institute of Electrical and Electronics Engineers

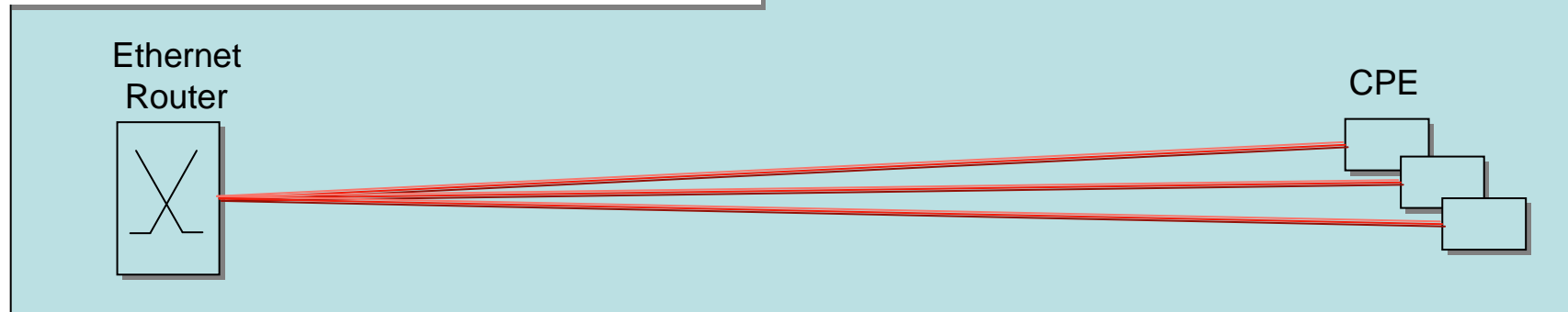
CPE ... Customer Premises Equipment
 UNI ... User Network Interface
 ISDN ... Integrated Services Digital Network
 POTS ... Plain Old Telephone Service

Optisches Ethernet

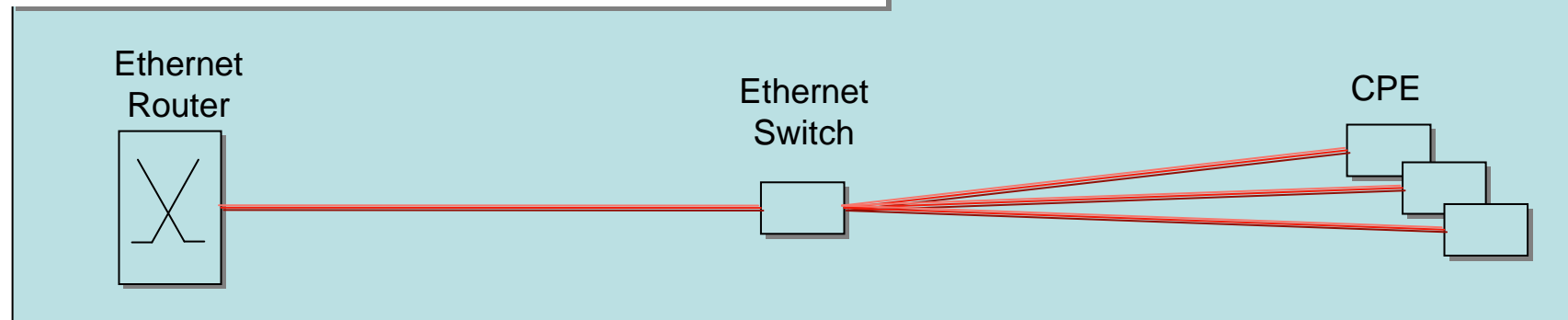


Ethernet – Topologische Varianten

Stern-Topologie (Point-to-Point)

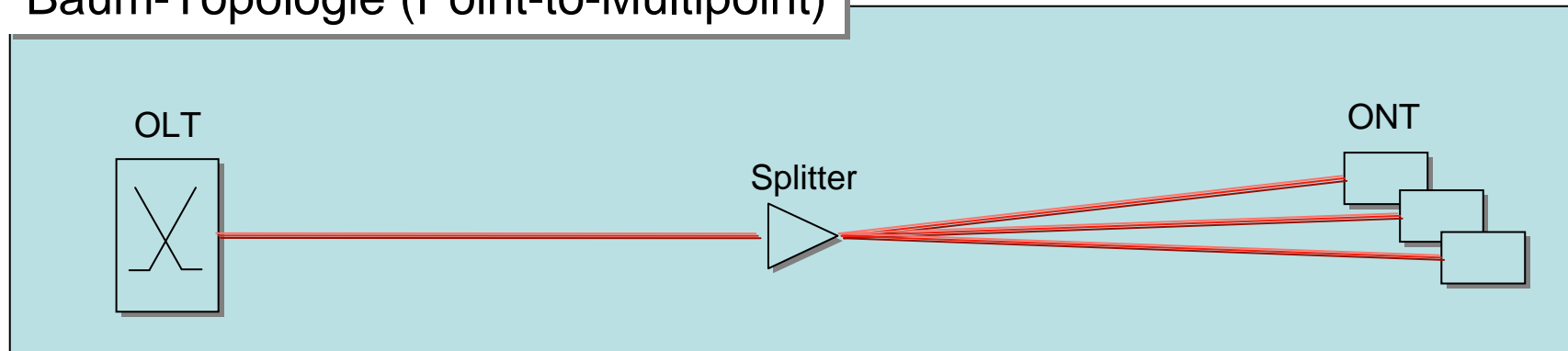


Baum-Topologie (Point-to-Multipoint)

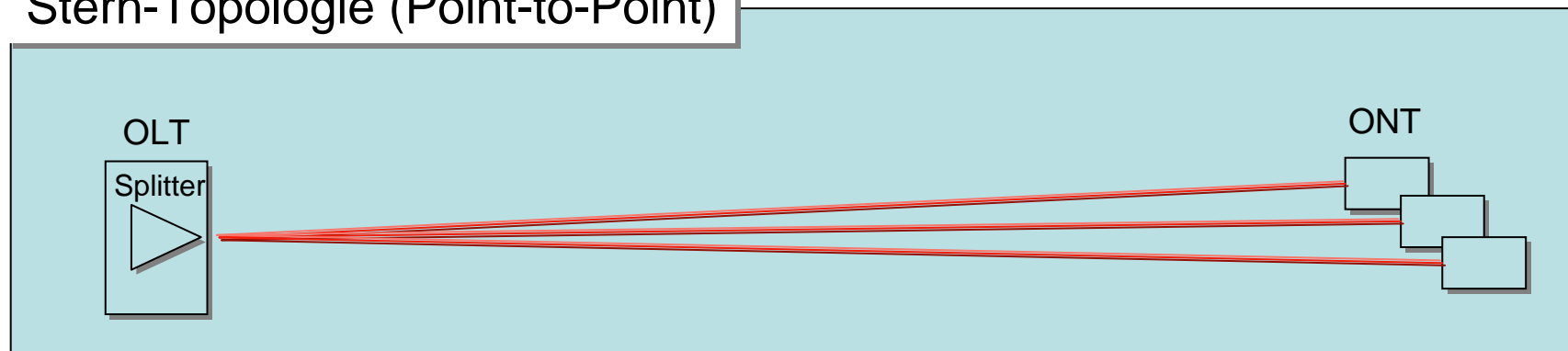


PON – Topologische Varianten

Baum-Topologie (Point-to-Multipoint)



Stern-Topologie (Point-to-Point)



- Geringer Verbrauch an Fasern (... bei Ausführung in Baum-Topologie)
- Der Einsatz von Splittern ist günstig und nicht wartungsintensiv
- Geringer Betriebsaufwand durch den Einsatz von passiven Elementen und homogener Infrastruktur
- Durch den Einsatz von Splittern, leichte Realisierung von IPTV/HDTV (RF over Fiber)
- Reduzierter OPEX
 - Durch geringe Zahl an GF die in der Vermittlungsstelle zu rangieren und zu verwalten sind
 - Durch geringeren Platzbedarf
 - Durch geringere Stromkosten (Ports + Klimatisierung)
 - Durch den Einsatz passiver Splitter
- Auch die Verwendung von nur einer Faser ist möglich (single-fiber Systeme mit 1490 nm)
- Unbundling ist nur schwer möglich

- Unbundling ist nur schwer möglich (... und nur zu jeweils 32 Benutzern)
- Mit dem Einsatz von Splittern im Feld:
 - Geringe Skalierbarkeit: Die Baum-Topologie ist vorgegeben und nur schwer zu ändern/ergänzen
 - Geringe Flexibilität: Der Splitting-Faktor bestimmt die Granularität (32, 64, 128). Für den 33. bzw. 64. Kunden muss ein neuer Splitter eingebaut werden.
 - Höhere Dämpfung auf der Glasfaserstrecke im Vergleich zu Stern- oder Ring-Topologien
 - Keine Steuerung/Überwachung/Fernwartung der Splitter (... weil passiv)
 - Komplexere Messtechnik der Glasfaserstrecke
- Die Migration von FTTC zu FTTH ist nicht leicht mit einer PON PtMP-Struktur
- Benötigt hohe optische Leistungen sowie qualitativ hochwertige Glasfasernetze
- OLT ist teuer, was für kleinere Teilnehmerzahlen bzw. Penetrationsdichten ungünstig ist
- Wegen mangelnder Standardisierung gebunden an einen Lieferanten (OLT, ONT)
- Geteiltes Medium und asymmetrische Bandbreiten weniger geeignet für Geschäftskunden
- Wenn die OLT auf 10 Gbit/s migriert, müssen auch alle OLTs ausgetauscht werden
- Für GPON können keine Ethernet, Gigabit-Ethernet, 10-Gigabit-Ethernet Komponenten eingesetzt werden, weil sie den 2,5 GHz-Takt nicht unterstützen

- Symmetrische Bandbreiten
- Dedizierte Bandbreite pro Kunden
- Einfaches Update zu 10, 40, 100 Gbit/s
- Günstig und zuverlässig weil schon lange am Markt, standardisiert und Massenware (Switches, Router, Bridges, CPEs)
- Alle Elemente sind steuerbar/überwachbar/verwaltbar
- Bei der Realisierung einer Stern-Topologie (Point-to-Point):
 - ist LLU (Local Loop Unbundling) kein Problem
 - ermöglicht Wettbewerb unter Netzbetreibern und technologische Unabhängigkeit
 - technologieneutral
 - kann PON und Ethernet auf „customer by customer“ Basis realisiert werden (nur Patchen)

- Jeder Kunde braucht einen Port in der Vermittlungsstelle
 - erhöhter Stromverbrauch gegenüber PON
 - mehr Gestellplatz
 - erhöhte Anzahl an Lasern und dadurch erhöhte Wartungskosten
- Höhere Anzahl an Glasfasern (... bei Ausführung in Stern-Topologie)
- Migration in Richtung HDTV problematischer (1 Gbit/s versus 2,5 Gbit/s)

OPEX - Stromverbrauch / Vergleich

- Anzahl der zu versorgenden Anschlüsse ist 3.500

- GPON (Alcatel-Lucent):
 - OLT mit 56 Ports und 1:64 Splitter zzgl. Ethernet-Aggregation zzgl. Klima
 - Gesamtverbrauch 26.280 kWh
 - **5.256 Euro** im Jahr

- Ethernet (PtP, Cisco):
 - 71 Catalyst mit 48 Ports
 - 876 kWh/Switch im Jahr → 12.439,20 Euro (0,2 €/kWh)
 - Klimaanlage mit 0,358 BTU je 1 Watt → 4.453,23 Euro
 - **16.900 Euro** im Jahr

Quelle: unsernetz.blogspot.com/2010/03/beitrag-zur-religiosen-debatte-um-strom.html

1	Einführung / Definition
2	Vor- und Nachteile der Glasfaser
3	PON vs. Ethernet
4	Microducts vs. Kabel
5	Zusammenfassung

Direkt verlegte Glasfaserkabel

- Verwendung von direkt in der Erde verlegbaren Kabeln
- Hausanschluss wird mit Muffen (Y- oder T-Verzweiger) realisiert bei denen gespleißt werden muss.
- Vorteile:
 - Geringes Volumen der Kabel in den Straßenzügen
 - Günstigerer Gesamtpreis der Infrastruktur
 - Keine Notwendigkeit für nachträgliches Einblasen von Fasern
- Nachteile:
 - Glasfasern können nur durch Grabungsarbeiten ersetzt werden
 - Wenn Kapazitäten erschöpft sind, ist kein „Nachziehen“ von Glasfasern möglich
 - Bestimmte Anzahl an Glasfasern bleibt längere Zeit ungenutzt
 - Hausanschlüsse müssen mit Muffen realisiert werden, durch die auch Spleißarbeiten anfallen (LWL Firma und qualifizierte Mitarbeiter)

Glasfaserkabel verlegt in Rohren

- In den Straßenzügen werden zuerst Rohre/Schläuche verlegt, in die danach Kabel mit einer bestimmten Anzahl von Glasfasern eingeblasen oder eingezogen werden.
- Hausanschluss wird mit Muffen (Y- oder T-Verzweiger) realisiert bei denen gespleißt werden muss. Dabei wird nicht nur das Kabel, sondern auch das Rohr geöffnet.
- Vorteile:
 - Kabel ist geschützter als wenn direkt in die Erde verlegt
 - Kabel können leicht ausgetauscht werden
 - Zieht ein Bagger das Rohr aus der Straße, ist die Sollbruchstelle der Glasfaser in der Hausanschlussmuffe, was geringere Reparaturkosten verursacht als in der Mikroduct-Variante
- Nachteile:
 - Infrastruktur wird teurer weil zusätzlich zu den Kabeln auch Rohre verlegt und Schächte installiert werden müssen
 - Mit dem Einziehen von Kabeln kann es zu Überdehnung und Torsion der einzelnen Glasfasern kommen, was die Lebenszeit reduziert
 - Auch hier werden Hausanschlüsse mit Muffen realisiert

Glasfaser verlegt in Minirohre (Microducts)

- In den Straßenzügen werden Rohre verlegt, wobei sich innerhalb der verlegten Rohre Mikro-Röhrchen (Microducts) befinden.
- Hausanschluss wird so realisiert, dass aus dem Rohr ein Micro-Röhrchen ausgefädelt und mittels Doppelsteckmuffe an das Micro-Röhrchen, das zum Haus führt, angeschlossen wird. Die Glasfaser wird anschließend von der Verteilerstation eingeblasen.
- Vorteile:
 - Kein Spleißen bei den Muffen notwendig
 - Glasfaser werden erst eingeblasen, wenn ein Vertrag mit dem Endkunden besteht
 - Einblasen einzelner Glasfasern verhindert Überdehnung und Torsion von Fasern
 - Hausanschlussmuffen können von Tiefbauunternehmen installiert werden
 - Glasfaserleitungen und -Kabel können leicht ausgetauscht/erweitert werden
- Nachteile:
 - Noch etwas höhere Kosten der Infrastruktur
 - Verlangt nach bestimmter Sorgfalt seitens der Tiefbaufirma
 - Nachträgliches Einblasen ist kostspielig und erhöht die Gesamtkosten des Projekts
 - Zieht ein Bagger versehentlich das Rohr aus der Straße, werden alle Glasfaserleitungen aus den Häusern gezogen, was hohe Kosten für die Wiederherstellung bedeutet

1 Einführung / Definition

2 Vor- und Nachteile der Glasfaser

3 PON vs. Ethernet

4 Microducts vs. Kabel

5 Zusammenfassung

- Die Wahl der Technologie und Topologie hängt von vielen Faktoren ab – Entfernungen die zu überbrücken sind, Anzahl der Kunden, Besiedlungsdichte, Skalierbarkeit, Energieverbrauch, Wartung, Kosten, Nachfrage, Wertschöpfungstiefe (Geschäftsmodell), existierende Infrastruktur, rechtlicher und regulatorischer Rahmen, ...
- Aber ... die Chance eine neue komplette Infrastruktur in Zugangsbereich aufzubauen, bekommt man einmal in 30 Jahren – deswegen sollte man sich bemühen es richtig zu machen!
- Ziel dieser Präsentation/Tagung ist es, praktische Erfahrungen mit Technologien zu zeigen und zu diskutieren.
- Diese Präsentation ist angedacht, Informationen beizusteuern, die als Grundlage für eine danach folgende Diskussion dienen ...

... die Diskussion ist somit eröffnet!

SBR Juconomy Consulting AG und **SBR Schuster Berger Bahr Ahrens Rechtsanwälte** sind zwei Gesellschaften unter einem Dach

Durch die **Vernetzung** bieten wir einen umfassenden Beratungsansatz betreffend Ökonomie | Technik | Recht, der sich von anderen Angeboten am Markt deutlich abhebt

Diese enge Vernetzung zwischen Unternehmens- und Rechtsberatung ist ein **Alleinstellungsmerkmal**

Durch die laufende **interdisziplinäre Zusammenarbeit** haben unsere Berater und Rechtsanwälte ein **hohes Verständnis** für alle relevanten technischen, ökonomischen, sowie telekommunikations- und wettbewerbsrechtlichen Probleme.

Darüber hinaus beherrschen wir regulatorische Themen in vielen anderen Netzwerkindustrien

Beide Unternehmen, **SBR Juconomy Consulting AG** sowie **SBR Schuster Berger Bahr Ahrens Rechtsanwälte**, sind auf wirtschafts- und regulierungsrechtliche Fragestellungen spezialisiert

Es besteht eine klare Fokussierung auf die Bereiche IKT und Netzwerkindustrien

Im Bereich IKT und Netzwerkindustrien betreuen wir vor allem folgende Fragestellungen:

- Mobilfunk | Festnetz | Internet
- Regulierung
- Marktanalysen
- Vergleichsmarktstudien
- Kostenrechnung
- Netzzugang | Zusammenschaltung
- Projektentwicklung & -management
- Frequenzmanagement
- Glasfaserausbau | FTTx

SBR Juconomy Consulting AG & SBR Rechtsanwälte

Ökonomie	Technik	Recht & Regulierung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marktanalysen ▪ Machbarkeitsstudien ▪ Kostenrechnung ▪ Kostenmodelle ▪ Studien Gutachten ▪ Benchmarks ▪ Geschäftsplanung ▪ Preisstrategien Preisverhandlungen ▪ Quantitative qualitative Analysen ▪ Outsourcing ▪ Ordnungspolitik Lobbying ▪ Unternehmensstrategie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carrier Management ▪ Netzzugang <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenschaltung ▪ Kollokation ▪ Geschäftspläne aus technischer operativer Sicht ▪ Koordination und Auswahl von Netzausrüstern ▪ Netzplanung ▪ Frequenzplanung ▪ Nummerierungspläne ▪ Projektmanagement ▪ Mobilfunknetze ▪ Glasfasernetze ▪ Next Generation Networks ▪ Intelligent Networks ▪ IMS 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regulierung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Telekommunikation ▪ Rundfunk ▪ Post, Energie, Eisenbahnen ▪ Wholesale Retailregulierung ▪ IT Telemediarecht ▪ Internet Multimedia Datenschutzrecht ▪ Wettbewerbsrecht ▪ Wirtschaftsrecht ▪ Gesellschaftsrecht ▪ Vertragsrecht ▪ Verwaltungsrecht ▪ Outsourcing ▪ Vertragsmanagement ▪ (internationale) Schiedsverfahren

SBR Juconomy Consulting AG berät **Telekommunikationsunternehmen** aus den Bereichen Festnetz, Mobilfunk und Internet. **Unsere Beratung erstreckt sich hier auf:**

Regulierung: Wir vertreten gegenüber Regulierungsbehörden, einschließlich der Führung von Regulierungs-, insbesondere Entgelt- und Zusammenschaltungsverfahren.

Wir unterstützen mit Gutachten, Positionspapieren und Stellungnahmen im Rahmen von Zusammenschaltungs-, Marktdefinitions- und Marktanalyseverfahren

Benchmarks: Wir erstellen nationale und internationale Vergleichsanalysen beispielsweise für Zusammenschaltungsentgelte, Kollokation, Entbündelung, Mehrwertdienste etc.

Marktanalysen: Wir untersuchen für unsere Mandanten sowohl internationale Telekommunikationsmärkte im Allgemeinen als auch Produkt- und Dienstleistungsmärkte im Speziellen und unterstützen bei Marktanalysen betreffend Marktmacht (SMP)

Kostenrechnung: Wir erstellen Kostenkalkulationen für Produkte und Dienstleistungen und beraten hinsichtlich Kostenrechnungssystemen und Kostenmodellierungen

Netzzugang und Zusammenschaltung: Wir unterstützen Unternehmen bei Zusammenschaltungsverhandlungen, bei Kollokation, bei Mitnutzung von technischen Einrichtungen

Netzausbau: Wir unterstützen Unternehmen bei technischer und ökonomischer Planung des Netzausbaus insbesondere von Glasfasernetzen und New Generation Networks | Access (FTTx)

SBR Juconomy Consulting AG berät **Gemeinden und Gebietskörperschaften** sowie **Stadtwerke** u.a. bei folgenden Themen:

Breitbandausbau: Hier beraten wir Stadtwerke hinsichtlich der Umsetzung einer Ausbaustrategie insbesondere im Bereich FTTx und unterstützen Gemeinden, die noch keinen oder einen unzureichenden breitbandigen Zugang besitzen

Kooperationen & Fördermöglichkeiten: Im Zusammenhang mit dem Breitbandausbau zeigen wir Möglichkeiten der Finanzierung und Förderung sowie der Kooperation auf

Netzplanung und Netzaufbau: Wir bieten technologie neutrale Lösungen für die Realisierung einer zukunftssicheren und nachhaltigen Netzinfrastruktur

Lobbying: Wir setzen unsere Kontakte in Wirtschaft, Unternehmen, Institutionen und Politik für die Belange unserer Mandanten ein

SBR Juconomy Consulting AG berät ein Stadtwerk zum Ausbau von dessen Telekom-Aktivitäten

Ausgangsposition

- Ein großes Stadtwerk nutzt die eigene Glasfaserinfrastruktur zum Angebot von FTTH.
- Trotz hoher technischer Kompetenz ist der Markterfolg bis dato eher gering.
- Das Stadtwerk möchte ein Open Access Geschäftsmodell verfolgen und sucht Kooperationsmodelle mit Telekom-Unternehmen.

Umfang der Beratung

- SWOT Analyse des Telekombereiches des Stadtwerkes
- Optionen zur Verbesserung der Verhandlungsposition gegenüber Telekom-Unternehmen
- Analyse des regulatorischen und rechtlichen Rahmens für Hausinstallationen

Ergebnisse

- Die Glasfaserinfrastruktur des Stadtwerkes ist ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil.
- Ein Open Access Modell ist für ein Stadtwerk gut geeignet. Ein Marktplatz für Dienste würde das Angebot für den Kunden verbessern.
- Marketing des Glasfaseranschlusses ist sehr wichtig und sollte nicht ausschließlich den Diensteanbietern überlassen werden.
- Eine Kooperation mit einem großen Telekom-Unternehmen würde das Stadtwerk einschränken.
- In-Haus Verkabelung ist teuer und der regulatorische Rahmen ist nicht 100%ig klar.

SBR Juconomy Consulting AG berät zwei Gemeinden beim Aufbau einer eigenen Breitbandinfrastruktur

Ausgangsposition

- Gemeinden haben die Möglichkeit, bei Infrastrukturmaßnahmen Glasfaserkabel mitzuverlegen.
- Ein aktueller Anlass ist die Errichtung der Kanalisierung.
- Gemeinden haben im Allgemeinen nicht das notwendige Know-how um Telekommunikationsinfrastruktur aufzubauen.

Umfang der Beratungsleistungen

- SBR Juconomy Consulting AG bietet gemeinsam mit zwei weiteren Unternehmen eine Gesamtlösung für Gemeinden an. Die Leistungen umfassen die Erstellung von Förderanträgen, Planung, Erstellung von Ausschreibungsunterlagen, Projekt Management und Betrieb des Netzes.

Ergebnisse

- Der Bürgermeister ist eine Schlüsselperson bei der Realisierung von Glasfaseranschlussnetzen in Gemeinden.
- Es gibt staatliche Förderprogramme, die beim Ausbau von Glasfaseranschlussnetzen in Anspruch genommen werden können. Erfahrungen mit Antragstellung sind hilfreich.
- Mitverlegen von Leerrohren führt zu erheblichen Kostenreduktionen, ergibt aber auch eine unterschiedliche zeitliche Dimension bezogen auf den klassischen Glasfaser Roll-out.
- Es ist sinnvoll, Gemeinden ein Gesamtpaket anzubieten. Beratungsleistungen sind notwendig für Verkabelung, Auswahl der Netzinfrastruktur, Geschäftsmodelle, Herstellerauswahl, ...

SBR Juconomy Consulting AG

Nordstraße 116
40477 Düsseldorf
Deutschland

Tel: + 49 211 68 78 88 0
Fax: + 49 211 68 78 88 33
URL: www.sbr-net.com

Parkring 10/1/10
1010 Wien
Österreich

Tel: + 43 1 513 514 0 15
Fax: + 43 1 513 514 0 95
URL: www.sbr-net.com

E-mail: brusic@sbr-net.com