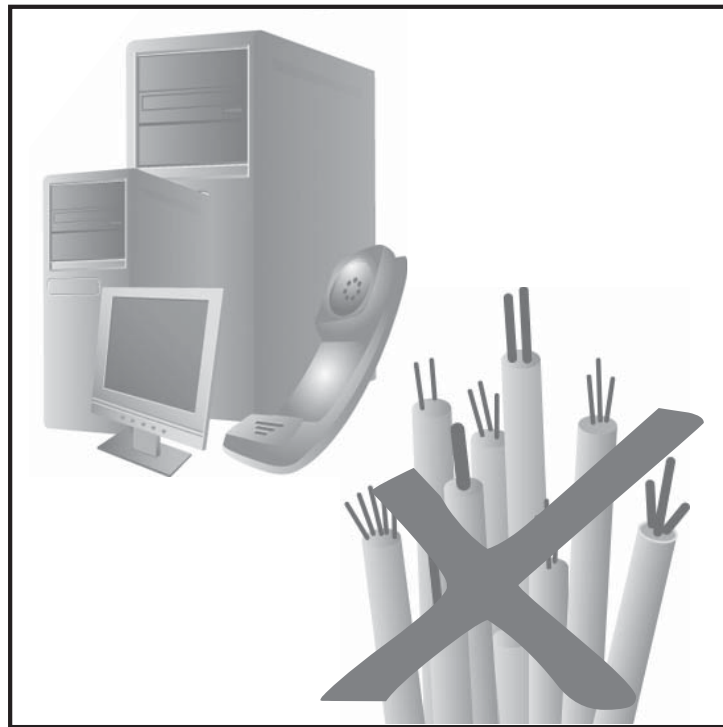


VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

von Dipl.-Inform. Hartmut Kell



Die Glasfaser! Zu allen Zeiten galt sie als „das“ Medium für zukunftsorientierte Verkabelungen. Eine Einsatzberechtigung bis hin zur Dominanz im Backbone-Bereich stand nie zur Debatte, doch im Tertiärbereich spaltet sie die Meinungen. Bis heute konnten sich insbesondere im Bereich von Gebäuden des öffentlichen Verwaltungsbereichs viele Verfechter dieser Technik durchsetzen.

Glasfaser gilt als das Medium mit der höchsten Nutzungsdauer und soll gerade in Anbetracht von zukünftigen, extrem hohen, heute nicht absehbaren Datenraten auch den Tertiärbereich vor einer allzu kurzen Nutzungsdauer schützen. Doch ist es tatsächlich so? Ist eine hohe Datenrate das entscheidende oder gar das einzige Kriterium für eine gut geplante und umgesetzte Datenverkabelung bis zum Arbeitsplatz? Welche Erfahrungen haben die ge-

macht, die diesem Motto gefolgt sind? Der nachfolgende Artikel wird die verschiedenen Varianten einer Glasfaserlösung im Tertiärbereich beschreiben und sie mit einer „herkömmlichen“ Twisted-Pair-Lösung vergleichen.

weiter auf nächster Seite

Schwerpunktthema

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiär- bereich?



Dipl.-Ing. Hartmut Kell kann bis heute auf eine mehr als 20-jährige Berufserfahrung in dem Bereich der Datenkommunikation bei lokalen Netzen verweisen. Als Leiter des Competence Center IT-Infrastrukturen der ComConsult Beratung und Planung GmbH hat er umfangreiche Praxiserfahrungen bei der Planung, Projektüberwachung, Qualitätssicherung und Einmessung von Netzwerken gesammelt und vermittelt sein Fachwissen in Form von Publikationen und Seminaren.

Der Artikel wird beschreiben, unter welchen Rahmenbedingungen die verschiedenen Lösungen Sinn machen können. Dabei werden auch Erfahrungen in diversen Projekten geschildert, bei dem gerade in Zusammenhang mit der Einführung von VoIP einige Nutzer einer LWL-Verkabelung selbstkritisch oder gar zweifelnd überlegten, ob und wie sie mit diesem Medium in Zukunft weiter arbeiten sollen.

Rahmenbedingungen

Bei jeder Einführung einer neuen Technik oder bei einer Infragestellung des Sinns einer vorhandenen Technik müssen Rahmenbedingungen und Anforderungen an die Technik analysiert werden. Auch der Artikel wird, sofern dies im Allgemeinen möglich ist, Anforderungen spezifizieren. Die Beschreibung von Rahmenbedingungen dagegen ist in einer allgemeinen Form etwas schwieriger, da diese von der jeweiligen Ausgangssituation, sprich Projektsituation, abhängig sind. Zwei sehr unterschiedliche allgemeine Rahmenbedingungen bzw. Szenarien lassen sich jedoch darstellen, die bereits frühzeitig Einfluss nehmen auf die Eignung der unterschiedlichen Lösungen:

- Szenario 1: Es wird ein **neues** Gebäude gebaut und es ist eine Entscheidung zur treffen für das Medium des Tertiärbereiches.
- Szenario 2: In einem **vorhandenen** Gebäude mit Glasfaser bis zum Arbeitsplatz stellt sich die Frage, soll dieses Medium weiter genutzt werden, wenn ja wie?

Theoretisch gibt es ein Szenario 3, bei dem sich der Nutzer einer vorhandenen Twisted-Pair-Verkabelung die Frage stellen könnte, ob er dieses Medium weiter benutzen oder stattdessen/ergänzend

Glasfaser nachinstalliert werden soll. Die Tatsache, dass dem Autor keine Fälle für Szenario 3 bekannt sind spricht dafür, dieses im Artikel ebenfalls nicht weiter zu betrachten.

Grundsätzlich sind die Rahmenbedingungen immer dann optimal, wenn man auf der viel zitierten „grünen Wiese“ plant. Gerade auf gebäudeseitige Infrastrukturelemente wie Kabelwege oder Verteilerräume lässt sich hier (mehr oder weniger) für jede der in Frage kommenden Technikstrategien Einfluss nehmen. Bereits jetzt kann festgehalten werden, dass eine wie auch immer begründete Ablehnung der Einrichtung einer ausreichenden Anzahl von Etagenverteilern bei sehr großen Gebäuden mit Leitungslängen von mehr als 90 m im Tertiärbereich zu einem Ausschluss von Twisted-Pair als Tertiärmedium führen muss. Damit stellt die Verfügbarkeit von Etagenverteilern eine elementare Rahmenbedingung dar, um Twisted-Pair als Medium in Erwägung ziehen zu können. Für den Fall der Planung eines Neubaus ist nur schwer nachvollziehbar, dass Architekten ausreichende Etagenverteiler nicht vorsehen oder gar vergessen haben. Dies muss aus Sicht der IT als gravierender Planungsfehler gesehen werden und sollte zumindest seit der Etablierung der EN-Normenreihe EN-51073 demzufolge nicht mehr vorkommen. Nicht verfügbare Etagenverteiler werden also – wenn überhaupt – nur noch bei vorhandenen Gebäuden eine Rolle spielen, beim Neubau dagegen darf davon ausgegangen werden, dass für beide Medien optimale Rahmenbedingungen bezüglich der Verteilerstandorte geschaffen werden können.

Um die verschiedenen technischen Lösungen bewerten zu können, müssen diese Lösungen grundsätzlich mit den Forderungen verglichen werden. Da im Artikel nur schwer individuelle Forderungen zu be-

schreiben sind, werden nachfolgend allgemein gültige Anforderungen spezifiziert.

Anforderung Universalität

Betrachtet man die zurückliegenden letzten 20 Jahre in Zusammenhang mit einer IT-Verkabelung, so kann festgestellt werden, dass in der ersten Hälfte dieser Zeitspanne, bis ca. 1995, eine Trennung der sprachbasierenden und datenbasierenden Dienste standardmäßig durchgeführt wurde. Durch Einführung der Verkabelungsnorm EN 50173 im Jahr 1995 wurden Regeln geschaffen, um über eine einheitliche Verkabelung alle bekannten symmetrischen Übertragungsverfahren realisieren zu können. Die Normen lassen bis heute weiterhin eine Trennung in unterschiedliche Medientypen zu. Dazu die EN 50173-1 in Kapitel 4.7.5.1: „Jeder einzelne Arbeitsplatz muss von wenigstens zwei TAs (Hinweis Autor: Teilnehmeranschlüsse = Schnittstellen) versorgt werden.... Der erste Anschluss sollte für ein vierpaariges symmetrisches Kupferkabel verwendet werden... Der zweite Anschluss darf für zwei Lichtwellenleiterfasern, ... oder ein vierpaariges symmetrisches Kabel, ... verwendet werden“.

Mit einer „anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung“ (Begriff der EN 50173) soll Universalität am Arbeitsplatz sichergestellt werden, was bedeutet aber Universalität? In der ursprünglichen Form war wohl eher ein einfacher Wechsel von hochfrequenten und niederfrequenten Kommunikationstechniken ohne Hinzu-nahme von speziellen Montage- und Installationsmaßnahmen gemeint. An jedem Kommunikationsanschluss soll jede Form von Kommunikationstechnik durch einfaches Umrangieren möglich sein. Die Art und Weise, wie verschiedene Kommunikationsanwendungen gewechselt werden hat sich durch die massive Durchdringung

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

von framebasierenden Kommunikationstechniken verändert. Bei leitungsgebundenen Kommunikationen herrscht mit absoluter Überlegenheit das Ethernet-Zugangsverfahren vor. Damit stellt der nach Möglichkeit unumschränkte Einsatz von Ethernet-Techniken bis zum Arbeitsplatz derzeit „das“ Maß der Universalität dar. Es resultieren folgende, beim Vergleich zu berücksichtigende Anforderungen:

- Eine paketbasierende Kommunikation für Daten- und Sprachkommunikation ist an allen Arbeitsplätzen verfügbar.
- Eine Skalierung der Datenrate bis minimal 1.000 Mbit/s ist grundsätzlich an jedem Datenanschluss im Access-Bereich möglich (der Sinn nach Forderung von 10.000 Mbit/s wird vom Autor nicht gesehen und deshalb nicht berücksichtigt).
- Bereits heute, über die reine Übertragung von Signalen hinausgehende Funktionen müssen am Arbeitsplatz verfügbar sein. Später im Artikel wird das aktuell besonders interessante Thema „Power over Ethernet“ als Beispiel dafür analysiert.

Sowohl für Szenario 1 als auch für 2 muss davon ausgegangen werden, dass bei einer geplanten Neu- oder Modernisierungsverkabelung die Beibehaltung von klassischer Telefentechnik in den Büros kaum noch eine zu berücksichtigende Anforderung ist und deshalb ignoriert werden kann.

Die bisherige Betrachtung geht von einer universellen Verkabelung zum Arbeitsplatz, also in den Büros aus, doch wie stellt sich Universalität im Kontext mit der gesamten Kommunikationsverkabelung eines Gebäudes dar? In Anbetracht der weiteren Durchdringung von Ethernet bis hin in das Umfeld der so genannten „Technischen Gebäudeausstattung“ (TGA) könnte die Forderung gestellt werden, ein einheitliches Medium zur Versorgung der Arbeitsplätze und aller weiteren Anschlüsse in einem Gebäude vorzusehen. Ein bereits praktiziertes Beispiel ist der Anschluss von Access-Points, diese können nicht dem Arbeitsplatz zugewiesen werden. Niemand würde es begrüßen, unterschiedliche Medien für die Versorgung der Arbeitsplätze, der Access-Points und beispielsweise ethernet-basierender Zeiterfassungssysteme verwenden zu müssen. Dies widerspricht dem Gedanken einer anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung und würde uns im Endeffekt dahin zurücktreiben, wo wir hergekommen sind: Für jede Kommunikationstechnik eine eigene Verkabelung.

Anforderung Nutzungszeitraum

Bei der Bewertung des mittel- und insbesondere langfristigen Nutzungszeitraumes einer Verkabelung ist eine spekulative Betrachtung nicht vermeidbar. Natürlich garantiert eine „universelle Verkabelung“ eine hohe Nutzbarkeit und damit einen großen Nutzungszeitraum, doch galt immer die Regel „extrem hochwertige Verkabelung = extrem lange Nutzungsdauer“? Deshalb soll zunächst ein Rückblick auf den realen Nutzungszeitraum der vergangenen Verkabelungstechniken reflektiert mit den damals getroffenen Spekulationen erfolgen.

Beispiel 1: Schon Ende der 80er-Jahre gab es Ethernet-Alternativen mit Lichtwellenleiter (Beispiele: SEL Optolan, System Isabell), für die eine fast uneingeschränkte Nutzbarkeit prognostiziert worden ist. Diese Prognose hat sich bezüglich der verfügbaren Datenrate für die Glasfaser insgesamt erfüllt, dabei darf aber nicht vergessen werden, dass bei jeder Datenratenskalierung auf der Glasfaser ein hohes Investitionsvolumen durch den notwendigen Austausch der Hardware aufzubringen war. Beispielsweise muss zur Erhöhung der Datenrate von 10 MBit/s (optisches Übertragungsfenster bei 850 nm) auf 100 MBit/s (optisches Übertragungsfenster bei 1300 nm) oder auf Gigabit (Einsatz von Laser-Technik) ein Austausch der Switches bzw. Hubs oder der Endgeräte durchgeführt werden.

Beispiel 2: Gerade die Vertreter der Technik SEL Optolan Ende der 80er-Jahre prognostizierten aufgrund des Einsatzes der Monomodefaser in Kombination mit Transceivern einen langen Nutzungszeitraum. Nach Kenntnis der Firma ComConsult haben aber die meisten Nutzer dieses Verkabelungssystems einen Wechsel auf eine andere Technik vollzogen, weil

- die Auswahl an möglichen Komponenten sehr gering war,
- die angebotenen Komponenten meist dem technischen Stand im Kupferbereich nicht entsprachen,
- die Flexibilität zur Erhöhung der Datenrate nicht gewährleistet war,
- und letztendlich die Hardwarekosten sehr hoch waren und die technischen Vorteile von LWL (z.B. EMV-Festigkeit, schwierigere Abhörbarkeit, dünnere Kabelmedien) nur selten genutzt wurden.

Beispiel 3: Während der Verabschiedung des 10-Gigabit-Standards wurde von offiziellen Vertretern der IEEE Aussagen gemacht, dass eine Übertragung des Standards von LWL auf Kupfer nicht Gegenstand der Normierungen ist und sein wird. Der aktuelle Stand der Normierung sieht heute eine Realisierung der 10 Gbit/s-Technologie über Kupfertechnik (Qualität Kategorie 6A) bis 100 m vor. Die meisten Fiber to the Desk- oder Fiber to the Office-Installationen wurden mit „nicht laseropti-

Jetzt Leser werden**Der Netzwerk Insider**

Der Netzwerk Insider erscheint 12 Mal im Jahr im PDF-Format und informiert Sie per eMail über die Hintergründe aktueller Netzwerk-Technologien. Jeden Monat werden zwei Themen gewählt, über die in ausführlicher Form topaktuelle Insider-Informationen gegeben werden. Der Netzwerk-Insider vertritt die Sichtweise von Technologie-Anwendern und bewertet Produkte und Technologien im Sinne der wirtschaftlichen und erfolgreichen Umsetzbarkeit in der täglichen Praxis. Durch seine strenge wirtschaftliche Unabhängigkeit (keine Hersteller-Anzeigen) kann er es sich leisten, Schwachstellen und Nachteile offen anzusprechen. Der Netzwerk-Insider ist bekannt für seine kritische, herstellerneutrale und fundierte Technologie-Bewertung.

Hier können Sie sich zum Netzwerk Insider kostenlos und ohne jede Verpflichtung registrieren lassen:

<http://www.comconsult-akademie.de/de/Registrierung.php>

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

mierten“ Glasfasern realisiert und werden demzufolge, wenn überhaupt, nur eingeschränkt eine Übertragung dieser Datenrate bis 100 Meter zulassen.

Beispiel 4: Bei vielen großflächig eingesetzten Fiber-to-the-Office-Lösungen (nachfolgend FttO abgekürzt) wurden Einbau-Switches verwendet, die eine Funktion von IEEE 802.1x (Authentifizierung der sich anmeldenden Systeme über einen RAS-Server) nicht unterstützen. Aufgrund der zunehmenden Bedrohung von Netzen durch unautorisierte Nutzer steigt aber in einigen Netzen der Bedarf, eine Authentifizierung bereits beim Netzwerkzugang sicherzustellen. Dies hätte zur Folge, dass in den als „zukunftssicher“ angepriesenen Netzen mit „alten“ Einbau-Switches man zur Erfüllung dieser Forderung neben den Switches im Etagenverteiler die gesamten Einbau-Switches austauschen müssten, auch wenn die Datenrate weiterhin ausreichend genug gewesen wäre. Die Einführung von Power over Ethernet wird ebenfalls einige Nutzer von „älteren“ Einbau-Switches ohne diese Funktion vor das Problem stellen, im Extremfall alle, voll funktionsfähigen und ansonsten ausreichenden Einbau-Switches austauschen zu müssen (gerade in Zusammenhang mit der Einführung von VoIP).

Die vier Beispiele machen deutlich, dass sich die Nutzungseigenschaften und damit der Nutzungszeitraum eines Übertragungsmediums nicht nur an den nachrichtentechnischen Eigenschaften des Mediums, also der Datenrate, orientieren. Insbesondere heute nicht absehbare Features und Innovationen werden auch in Zukunft für die Systeme entwickelt, welche den höchsten Verbreitungsgrad haben. Die Marktvielfalt der Kommunikationsendgeräte wird sich letztendlich am Verbreitungsgrad der zur Verfügung stehenden Übertragungsmedien orientieren, und diesbezüglich gibt es bekanntermaßen erhebliche Unterschiede.

Anforderung Installations- und Betriebsfreundlichkeit

Die Installationsfreundlichkeit spielt aus der Sichtweise des *Nutzers* zunächst mal eine untergeordnete Rolle, sie ist relevant für den *Planer* bei der Erstinstallation, dort verursacht sie höhere Investitionskosten. Ein System darf als „installationsfreundlich“ bezeichnet werden, wenn es insbesondere folgende Anforderungen erfüllt:

- Das zu erwartende Kabelvolumen ist gering und es werden keine voluminösen Kabelführungssysteme benötigt.

- Die Anzahl von Verteilern kann bei Bedarf minimiert werden, dies erfordert eine große Übertragungreichweite auf den Kabeln.
- Die zu installierende Verkabelung kann vorhandene Infrastrukturen und insbesondere Kabelführungssysteme mitbenutzen. Vor allem die Möglichkeit der Mitbenutzung von Kabelführungssystemen der Elektroninstallationen ist von Vorteil, denn aufwendige Maßnahmen zur Montage von neuen Kabeltrassen oder Fensterbankkanälen können eingespart werden.

Bei der Betrachtung einer „betriebsfreundlichen“ Kommunikationsverkabelung sind Anforderungen zu nennen, die primär in Zusammenhang mit der Fehleranfälligkeit und der Fehlerbehebbarkeit zu sehen sind. Beispielsweise ist eine Anschlussschnur (bestehend aus Anschlusskabel und Stecker) zwar nicht Gegenstand der festen Verkabelung, hat aber erfahrungsgemäß einen großen Einfluss auf die Übertragungsqualität der zu nutzenden Strecke. Deshalb sind eine Reproduzierbarkeit von Messwerten und stabile Übertragungswerte, z.B. bei Zugbelastung oder Biegebelastungen an den Anschlussschnüren, von großer Wichtigkeit. Diese Überprüfbarkeit unterscheidet sich bei den verschiedenen Lösungen. Weitere Vorteile im Betrieb entstehen durch folgende Eigenschaften der Verkabelung:

- Grundsätzlich sind bei sehr hohen Anforderungen an die Übertragungsqualität die in Betrieb zu nehmenden Strecken inklusive der Anschlussschnüre einzumessen (so genannte Channel-Messung). Dabei ist von Vorteil, wenn es möglichst wenige kritische Übertragungstechnische Parameter gibt, diese aber eingemessen werden können. Es sollten möglichst einfache Messgeräte verwendet werden können und die Anzahl der Messgerätetypen sollte möglichst klein bleiben.

- Der Austausch von defekten Komponenten sollte nach Möglichkeit von den Betreibern des Netzes selbst durchgeführt werden können.

- Die Fehleranfälligkeit bei Nutzung des Mediums sollte so klein wie möglich sein. Von Vorteil ist es, wenn mögliche Fehlbedienungen mit dem Medium eher zu einem vollständigen Ausfall der Strecke führen als zu einer zunächst versteckten Erhöhung der Fehlerrate oder anderer daraus resultierender Effekte.

Störwirkungen durch elektromagnetische

Effekte (in diesem Zusammenhang werden auch Probleme durch schlechten Potenzialausgleich gesehen) stellen eine nicht zu vernachlässigende Bedrohung dar, gerade bei zunehmenden Datenraten. Zu berücksichtigende externe EMI-Gefahren (EMI = Elektromagnetic Interference) stellen in der Regel Überspannungen durch indirekten Blitzeinschlag dar; sorgfältige Planungen und Berücksichtigungen bei der Installation unter Berücksichtigung von Blitzschutzkonzepten sind durchzuführen. Nebenbei bemerkt sind diese Planungen nicht nur für eine IT-Verkabelung notwendig, sondern auch bereits für die „herkömmliche“ Stromversorgung. Maßnahmen wie z.B. Einsatz von Online-USV-Anlagen, Einsatz von Schutzelementen in den Stromkreisen oder auch entsprechende Erdungskonzepte gehören dazu.

Zur Vermeidung von EMI-Störeffekten ist gerade bei kupferbasierenden Medien eine hohe Anforderung an eine passende Elektroinfrastruktur (Stichworte: 5-Leiter-Netz, vermaschtes Erdungskonzept, Abstandsregeln) zwingende Voraussetzung für einen fehlerfreien Betrieb. Vorschriften/Richtlinien zum Aufbau einer anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung wie z.B. die EN 50173 setzen besondere Rahmenbedingungen auch im Bereich des Erdungskonzeptes voraus, diese sind u.a. in der EN 50310 nachzulesen. Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen einem vorhandenen, gegebenenfalls sehr alten Gebäude und einem Neubau. Im Falle eines Neubaus kann davon ausgegangen werden, dass die vorhandene Elektroinfrastruktur allen gängigen DIN- und VDE-Normen entspricht und damit eine optimale Grundlage für eine IT-Verkabelung, unabhängig vom Medium, liefert. Bei sehr alten Gebäuden dagegen trifft man immer wieder auf die Situation, dass erhebliche Maßnahmen durch Sanierungen der Elektroinstallationen notwendig sind, die je nach nachrichtentechnischem Medium vermieden werden könnten.

Anforderung Stromversorgung der Endgeräte

Jedes Daten- und Sprachendgerät muss mit einer Stromversorgung ausgestattet werden, dies ist eine bereits seit „Ewigkeiten“ existierende Notwendigkeit bzw. Anforderung. Die Verwendung von separaten Netzteilen war über viele Jahre ein adäquates Mittel zur Sicherstellung der Erfüllung dieser Anforderung. Ausnahme bildete jedoch bis heute das Telefon, dieses wurde in den meisten Fällen mit einer Betriebsspannung versorgt, die nicht in Form eines separaten Netztes am Arbeitsplatz zugeführt wurde. Dieser (im Prinzip trivia-

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

le) Komfort stellt auch heute einer der elementaren Anforderungen an neue Sprachkommunikationstechniken, denn auch bei Nutzung von VoIP-Telefonen sollen diese grundsätzlich ohne eigenes Netzteil mit Betriebsspannung versorgt werden. Dies ist zur Zeit nur mit Power over Ethernet möglich.

Immer wieder diskutiert wird die Frage, ob jedes Telefon am Arbeitsplatz bei Ausfall der Stromversorgung – zumindest für eine kurze Zeit - als Notruftelefon genutzt werden können muss. Mehrere Recherchen im Rahmen von entsprechenden Planungen brachten zum Ergebnis, dass eine Notwendigkeit zur Sicherstellung einer Notrufunktionalität für alle Sprachendgeräte bei Stromausfall nicht gegeben ist. Es ist ausreichend, einzelne dedizierte VoIP-Telefone oder aber auch klassische Telefongeräte mit Hilfe von USV-gepufferten Stromversorgungen am Access-Switch bzw. am Media-Gateway abzusichern. Demzufolge muss in der Regel keine USV-Stromversorgung für alle VoIP-Telefone gefordert werden.

Anforderung Kostenoptimierung

Bei allen technischen Anforderungen bleibt natürlich am Ende die Bewertung der Kosten, die zur Einrichtung der Infrastruktur aufzuwenden sind. Die Anforderung, ein bestimmtes Maximalbudget einzuhalten, wird in vielen Fällen eine entscheidende Anforderung sein, eine Analyse der zu erwartenden Kosten bzw. der damit verbundenen Optimierungspotenziale muss grundsätzlich vier Aspekte berücksichtigen:

1. Installationskosten zum Aufbau der für die IT notwendigen Infrastruktur, dazu zählen insbesondere: Kabelwege, Verteilerraumeinrichtung, Aufbau der Elektroversorgung bzw. der damit verbundenen Potenzial- und Erdungstechnik.
2. Installationskosten zum Aufbau der IT-Verkabelung, dazu zählen insbesondere: Datenkabel, Verteilerschränke, Verteilerfelder, Steckertechniken, Anschlussdosen, Einmessungen.
3. Installationskosten zum Aufbau des Aktiven Netzwerkes, dazu zählen insbesondere: Switches im Verteiler, Anschlusskarten in den Endgeräten.
4. Betriebskosten der genannten Infrastrukturen.

Die Kosten für die ersten drei Punkte las-

sen sich relativ einfach und genau mit Hilfe von Kostenschätzungen ermitteln, dagegen ist die Schätzung im Punkt 4 mit sehr vielen spekulativen Annahmen verbunden.

Nachdem wir die wichtigsten Anforderungen an eine Infrastruktur für ein Netz im Access-Bereich bzw. an eine Tertiärverkabelung analysiert und bewertet haben, ist es nun die Aufgabe, die verschiedenen Lösungen bezüglich des Erfüllungsgrades zu bewerten. Vorher werden die verschiedenen, in Frage kommenden Lösungen beschrieben.

Grundprinzip Kupfer und Glasfaser

Die Realisierung über Kupfer dürfte jedem Leser bekannt sein, sie lässt sich sehr einfach damit beschreiben, dass in einem Gebäude ein bis mehrere Etagenverteiler mit Kupfer als Tertiärmedium ausgestattet sind und diese Etagenverteiler optional mit Lichtwellenleiterkabel an einen Gebäudeverteiler angeschlossen werden. In jedem Etagenverteiler müssen aktive Komponenten vorgesehen werden. Die damit verbundene Topologie hat durch den dezentralen Ansatz eine höhere Verfügbarkeit als eine zentrale Lichtwellenleiterlösung (Voraussetzung: Etagenverteiler können bezüglich ihrer Netzwerkressourcen autark arbeiten). Wie sieht eine typische Büroausstattung aus, siehe dazu Abbildung 1.

Im Unterschied zur Norm EN 50173-1, die von zwei 8-adrigen Kabeln pro Arbeitsplatz als Richtwert ausgeht, zeigt sich bei den meisten Planungen, dass dies gerade bei Nutzung von VoIP-Telefonen über eigene TP-Anschlüsse oder zusätzlichen Netzwerk-Druckern zu wenig ist. Deshalb etabliert sich zunehmend eine Anschlusszahl von drei 8-adrigen Kabeln pro Arbeitsplatz (Richtwert).

Bei Einsatz von LWL-Technik ist eine Abkehr von der mehrstufigen Struktur der DIN/EN 50173-1 unbedingt notwendig. Es werden im Gebäude keine aktiven Etagenverteiler eingerichtet bzw. es ist keine Etagenverteiltertechnik in 19“-Technik vorzusehen. Obwohl theoretisch alle Arbeitsplätze (Annahme: Anzahl = n) in einem großen Gebäude von einem einzigen Verteiler aus direkt mit n * niedrigfaserigen Kabeln versorgt werden können, wird diese Vorgehensweise nicht praktiziert. Gerade in großen Gebäuden wären in ungünstigen Fällen über große Strecken hinweg sehr viele einzelne neue Kabel zu verlegen. Stattdessen sieht man einen einzigen „Zentraletagenverteiler“ für das gesamte Gebäude vor, von dem aus hochfaserige Kabel mit typischerweise bis zu 144 Fasern pro Bündelader-Kabel bis zu einem passiven Etagenverteiler zu verlegen sind. In den ursprünglichen Konzepten dieses Lösungsansatzes verwendete man für diesen passiven Etagenverteiler den Begriff des „Optischen End-Aufteiler“ (OEA). Da

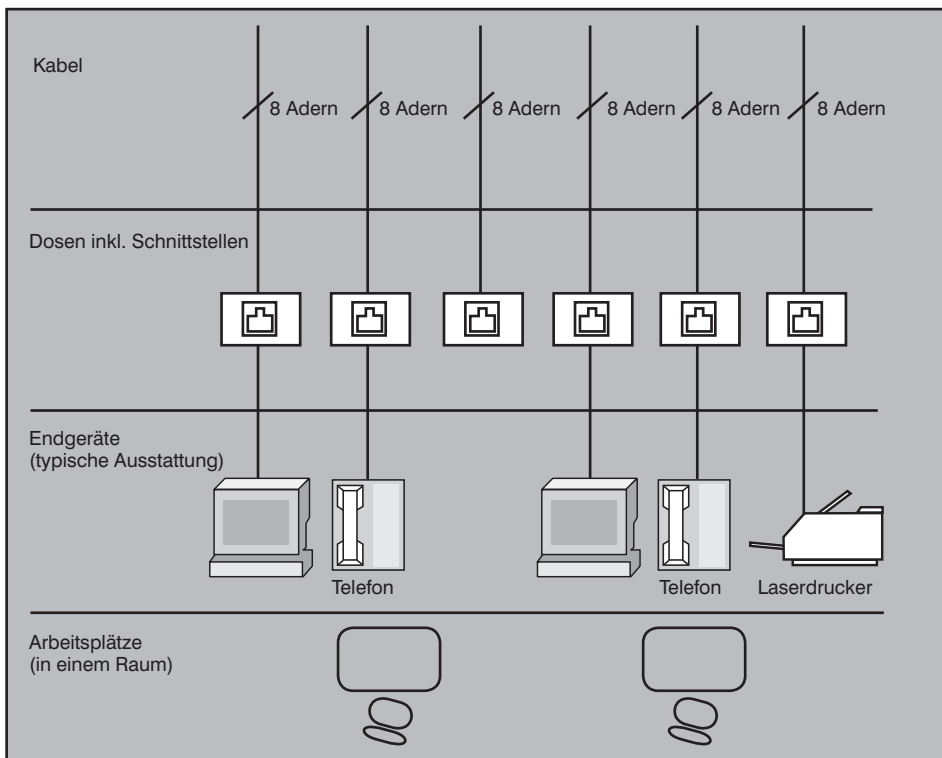


Abbildung 1: Typische Büroausstattung bei 2 Arbeitsplätzen (Kupferverkabelung)

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

es in den Normen keinen adäquaten Begriff gibt, der dieses Element beschreibt, wird er in diesem Artikel beibehalten. Von diesem passiven Etagenverteiler aus werden in der Regel 2- oder 4-faserige Break-Out-Kabel bis zum Arbeitsplatz verlegt. Die Fasern in Break-Out- und Bündelader-Kabel werden im OEA durch Spleißtechnik miteinander verbunden. Die Einrichtung von rangierbaren Verbindungen (also Steckertechniken) in diesem passiven Etagenverteiler wird aus Kostengründen und der verbesserten Einfügedämpfung in den meisten Fällen nicht vorgesehen. Damit nimmt der passive Etagenverteiler nur die Spleiße bzw. Spleißkassetten auf, das dazu passende Gehäuse ist sehr klein und kann an „beliebigen“ Stellen montiert werden, ein als Etagenverteiler spezifizierter und herzurichtender Raum ist nicht notwendig. Von seiner Grundfunktionalität her entspricht er im Prinzip den Unterverteilern der klassischen Telefontechnik, bei der es ebenfalls keine aktiven Komponenten gab, sondern nur eine passive Verschaltung von ankommenden hochpaarigen Kabeln mit abgehenden 2- oder 4-adrigen Leitungen (z.B. mit Hilfe von LSA-Plus-Technik). Die Anzahl und die Standorte dieser Spleißverteiler orientieren sich nicht mehr an maximalen Leitungslängen, sondern z.B. an der Lokalisierung von Anschlussgruppen, bautechnischen Rahmenbedingungen oder anderen Gegebenheiten.

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für eine solche Verkabelung (hier wurden keine Kabel mit 144 Fasern sondern mit 36 Fasern eingesetzt und statt einer Dose wurde ein Kanaleinbau-Switch eingezeichnet).

Folgende Vor- und Nachteile sind durch diesen Lösungsansatz im Vergleich zu einer Kupferlösung bereits jetzt zu nennen:

- Der zentrale Lösungsansatz besitzt grundsätzlich Kostensparpotenzial durch die Vermeidung von Technikräumen. Diese Einsparungen betreffen nicht nur Kosten bei Errichtung der Verteilerrauminfrastruktur, sondern es lassen sich auch im Betrieb Kosten einsparen (z.B. Reduzierung von Stromkosten).
- Der zentrale Verteilerpunkt stellt aber gleichzeitig auch einen Single-Point-of-Failure dar und muss zur Minimierung eines Ausfalls des kompletten Netzwerkes entsprechend ausgebaut werden. Hochverfügbare Lösungen sehen dazu z.B. auch den Aufbau von aufgeteilten Zentralverteilern vor. Die Anschlüsse werden symmetrisch auf zwei unterschiedliche Verteilerräume in unterschiedlichen Brandschutzzonen aufgeteilt und werden dann an unterschiedliche versorgende Infrastrukturen wie Strom und Kühlung angeschlossen.
- Kabelführungssysteme bei der LWL-Lösung können kleiner dimensioniert werden, denn insbesondere die über weite Strecken verlegten hochfaserigen Kabel benötigen im Vergleich zu den dazu erforderlichen Twisted-Pair-Kabel wesentlich weniger Querschnittsfläche: 144 Fasern benötigen eine Querschnittsfläche von ca. 30 mm², eine vergleichbare Anzahl von 72 Kategorie-6-Kabeln benötigt ca. 1000 mm². Die EMI-Unempfindlichkeit und der daraus resultierende Verzicht auf Minimalabstände zu Starkstromkabeln kann bei der Planung der Kabelführungssysteme gegebenenfalls kostensparend genutzt werden.

Beim Vergleich der Lösungen darf die Art der Aktivierung der Netzwerkanschlüsse nicht vernachlässigt werden, hier gibt es

gerade bei der LWL-Lösung zwei stark voneinander abweichende Varianten: „Fiber to the Desk“ und „Fiber to the Office“.

Das Prinzip von Fiber to the Desk (FttD) ist sehr schnell beschrieben: Endgeräte werden mit Ethernet-Lichtwellenleiterkarten (im folgenden kurz LWL-Karten) ausgerüstet und an dedizierte Switch-Ports zentraler Switches angebunden. Damit bildet der Abschluss des Tertiärkabels eine einfache Glasfaseranschlussdose, mit dieser wird das Endgerät über eine LWL-Anschlusskabel verbunden. (

In Abbildung 3 wurde jeder Arbeitsplatz mit einem eigenen Anschluss ausgestattet, was Vorteile in Punkto Performance mit sich bringen kann und, nicht zu vergessen, die Netzwerkverfügbarkeit bezogen auf den Raum erhöht. Fällt ein Datenanschluss aus, so kann man sich - eventuell mit Provisorien wie z.B. einem Mini-Switch - weiterhelfen, denn der andere Anschluss ist noch verfügbar. Der Verfügbarkeitsvorteil geht verloren, wenn alle vier Fasern in einem Kabel gebündelt sind, bei Kabelbruch wären alle Fasern beschädigt. Hier ist ein Verfügbarkeitsvorteil der Kupferlösung erkennbar (siehe Abbildung 1), jeder Komplettausfall eines Kabels kann in kürzester Zeit durch Umrangieren kompensiert werden. Die Erfahrung des Autors in den letzten Audits in Umgebungen mit vorhandenen LWL-Verkabelungen zeigt aber, dass auch die Variante „nur zwei Fasern pro Raum“ zu finden ist. Dies ist unter Verfügbarkeitsbetrachtungen eine sehr schlechte Ausgangsbasis.

Bei Fiber to the Office (FttO) wird das Tertiärkabel nicht mit einer Glasfaseranschlussdose abgeschlossen, hier endet dieses in zwei LWL-Steckern, die direkt

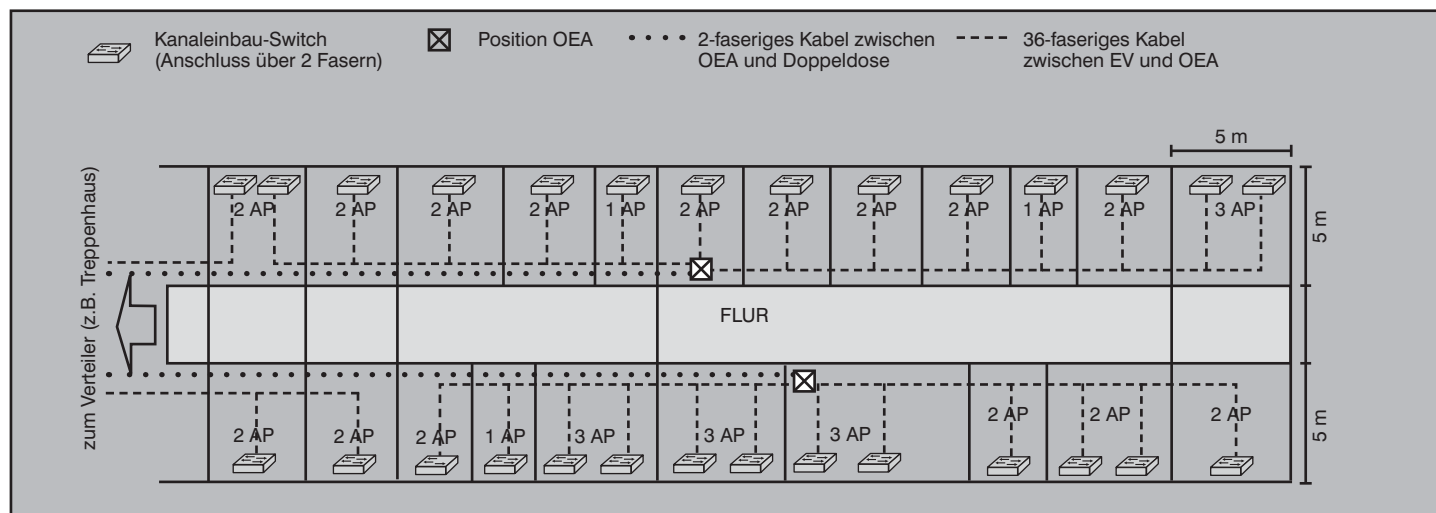


Abbildung 2: Beispiel für eine Verkabelungstopologie auf der Etage mit Glasfaser

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

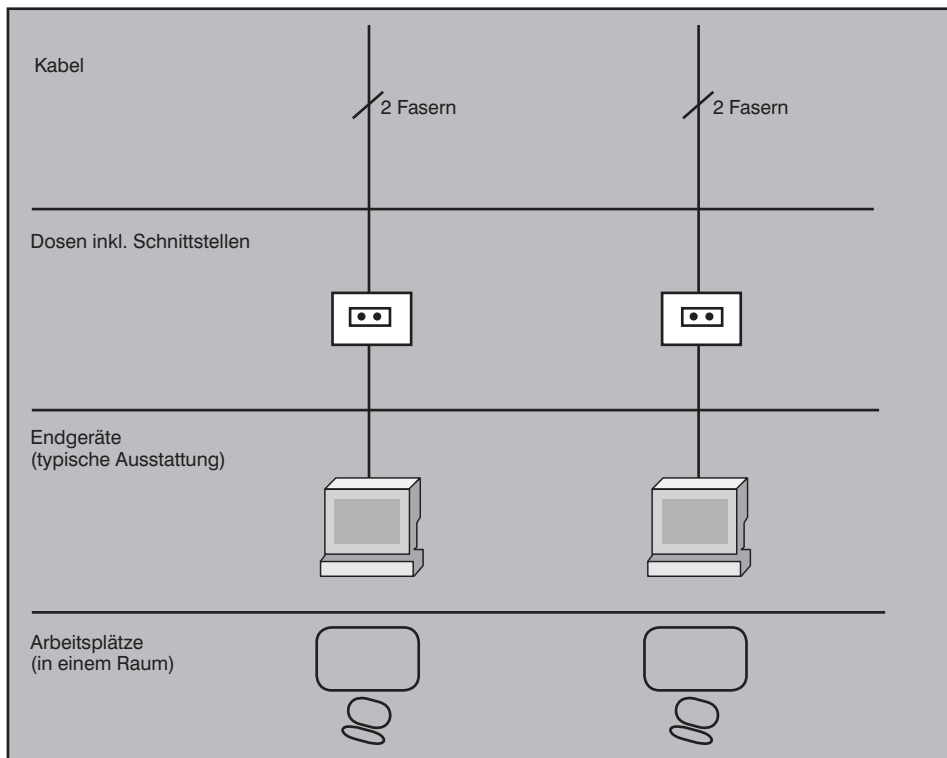


Abbildung 3: Typische Büroausstattung bei 2 Arbeitsplätzen (FtD)

auf einen Kanaleinbau-Switch gesteckt werden. Der Switch wird mit dem Stromnetz (230-Volt) verbunden und im Prinzip wie eine Dose in den Kabelkanal eingebaut. Der Nutzer schließt (in der Regel) an vier Kupferports seine Endgeräte an und nutzt diese Glasfaserverkabelung wie eine normale Kupferverkabelung. Laien würden möglicherweise nicht einmal erkennen, dass im Kanal ein elektronisches Gerät eingebaut ist und keine einfache Dose. (siehe Abbildung 4)

Der erste Eindruck verspricht weiterhin einen Riesenvorteil bei den eingesparten Kabelmengen zwischen Etagenverteiler (oder OEA) und dem Büro, nur zwei Fasern sind notwendig um vier Endgeräte anzuschließen! Doch darf nicht der Fehler gemacht werden, die geringere Verfügbarkeit des Anschlusses im Raum außer Acht zu lassen. Bereits die Beschreibung von FtD machte deutlich: Sind nur zwei Fasern pro Raum verfügbar, so ist z.B. bei Beschädigung eines einzigen Steckers dieser Strecke keine Netzwerk-Kommunikation mehr von diesem und zu diesem Raum mehr möglich. Bei VoIP-Nutzung ist keine Sprachkommunikation mehr bis zur Behebung des Fehlers möglich. Deshalb muss bei einer hohen Verfügbarkeitsanforderung darüber nachgedacht werden, mehr als zwei Fasern pro Raum zu verlegen und dann z.B. ein Faserpaar weiterhin auf eine normale Dose aufzulegen. Verein-

zelte Hersteller von Kanaleinbau-Switches bieten sogar Switch-Typen an, die mit zwei Glasfaser-Uplinks ausgestattet sind und somit keine manuellen Provisorien notwendig machen, zum Teil schalten diese automatisch um. (siehe Abbildung 5)

Nachdem wir die drei verschiedenen Lösungen beschrieben haben, sollte für die nachfolgenden weiteren Vergleiche bereits an dieser Stelle eine der drei Lösungen ausgeschlossen werden: die Lösung Fiber to the Desk. Es lohnt sich nicht, die weiteren Betrachtungen für FtD zu machen, denn alleine die Tatsache, dass der Einsatz von Netzwerkkarten mit Glasfaseranschluss zunehmend und massiv auf Ablehnung stößt, lässt niemanden, selbst starke Verfechter von Glasfaserlösungen im Tertiärbereich, diese Variante weiter als sinnvolle Lösung in Betracht ziehen. So schließt sich der Autor dieser Ablehnung ohne weitere Argumentationen gegen FtD an und vergleicht nachfolgend nur noch Kupfer gegen FttO.

Bewertung Universalität und Nutzungszeitraum

Unter Vernachlässigung der langfristigen Nutzbarkeit einer IT-Verkabelung kann dennoch festgehalten werden, dass aus heutiger Sicht eine kupferbasierende Verkabelung Garant für alle *aktuell* möglichen und im Tertiärbereich heute sinnvollen Übertragungstechniken ist.

Weltweit ist nicht mit einer massiven Akzeptanz der geschirmten 600-MHz-Technologie (Klasse F) oder gar eine 1000-MHz-Technologie zu rechnen ist, deshalb wird sicherlich das Medium Kupfer zunehmend an den Rand seiner Übertragungskapazität kommen. Aber eine Prognose, ob dies

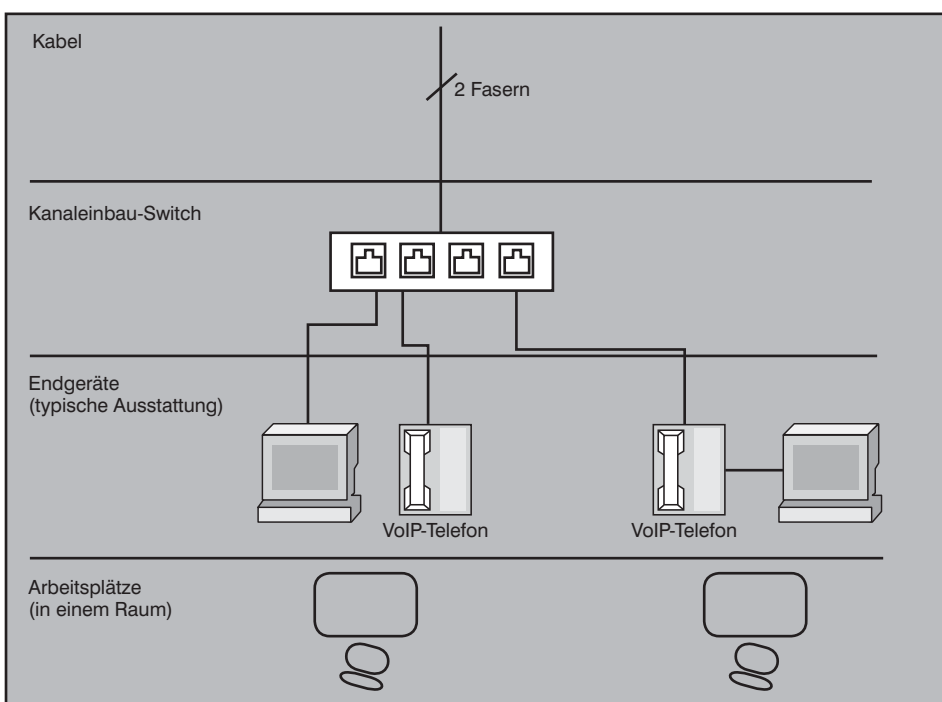


Abbildung 4: Ausstattung eines typischen Büros mit 2 Arbeitsplätzen (FtO)

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

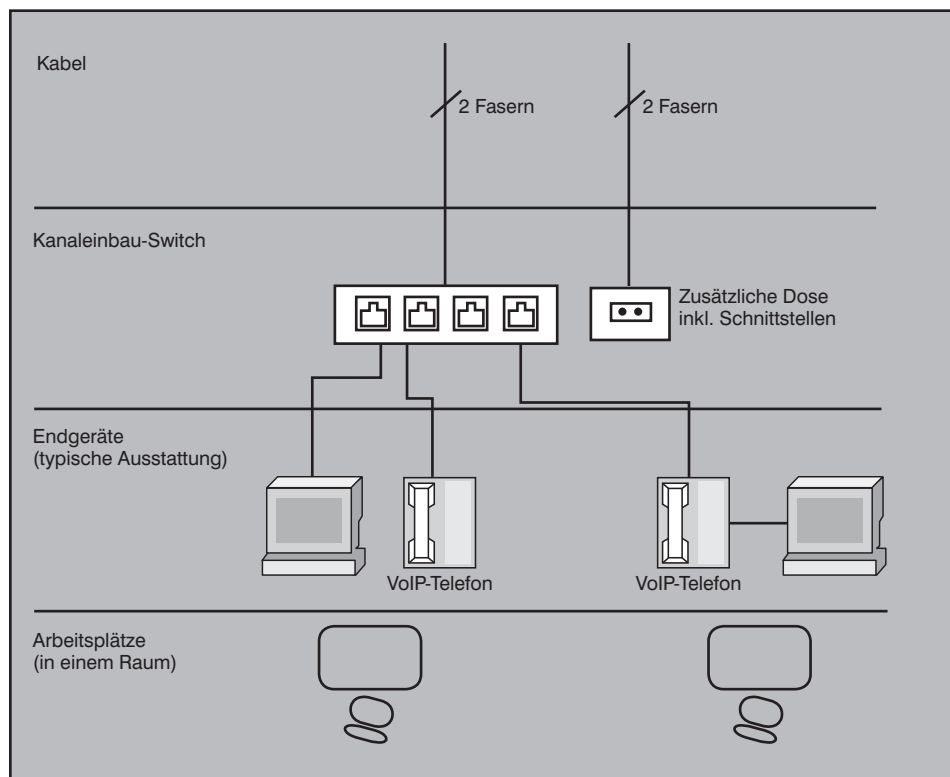


Abbildung 5: Typische Büroausstattung bei 2 Arbeitsplätzen (FtO mit höherer Verfügbarkeit)

innerhalb der nächsten 15 Jahre der Fall sein wird, muss aufgrund der Erfahrungen als „sehr gewagt“ bezeichnet werden. Beschränkt man sich auf die allgemein erwartete, maximal genutzte Datenrate (maximal 1 Gbit/s bis zum Arbeitsplatz) kann also der zu prognostizierte Nutzungszeitraum für eine neue Kupferverkabelung für die nächsten 10-15 Jahre als gleichwertig zu einer glasfaserbasierenden Tertiärverkabelung eingestuft werden.

Die Gefahr der Nichtnutzbarkeit einer von der Bandbreite unabhängigen Funktion, die bei Kupfer verfügbar ist und bei LWL möglicherweise nicht, sollte aber höher eingestuft werden. Erfahrungen zeigen zwar, dass bisher jede neue Technik mit einer Verzögerung von wenigen Monaten auch für Glasfasernetze auf dem Markt verfügbar gemacht wurde (Beispiel: IEEE 802.1X oder IEEE 802.3af bei Kanaleinbau-Switches), diese Produkte waren aber aufgrund der geringen Produktionsstückzahlen deutlich teurer als im Kupferbereich.

Eine altersbedingte Verschlechterung der übertragungstechnischen Eigenschaften einer Glasfaser- und Kupfer-Verkabelung innerhalb des üblicherweise geplanten Nutzungszeitraumes wird weder in Fachpublikationen gesehen, noch weisen die Erfahrungen der ComConsult hier ei-

nen Vor- oder Nachteil der beiden Medien aus.

Bewertung Installations- und Betriebsfreundlichkeit

Unter der Voraussetzung einer Installation durch eine qualifiziert Fachfirma muss davon ausgegangen werden, dass für beide Medien die gleiche Installationsfreundlichkeit gegeben ist. Davon auszunehmen ist eine Glasfaserlösung unter Einsatz von Kanaleinbau-Switches, neben der reinen nachrichtentechnischen Installation ist auch ein elektrischer Anschluss der Switches vorzunehmen. Der Anschluss ist

nicht trivial, u.a. stellen sich folgende Fragen:

- Können die Kanaleinbau-Switches einfach an die vorhandenen Stromkreise angeschlossen werden, reichen dazu die Stromkreise aus?
- Ist es sinnvoll, Kanaleinbau-Switches an eigene Stromkreise anzuschließen?
- Müssen gegebenenfalls neue Stromkreise installiert werden, ist dazu ausreichender Platz für die Automaten in den Unterverteilern und den Kabelführungssystemen vorhanden?
- Wie geht man mit Stromkreisausfällen um, wenn sich z.B. eine ausgelöste Sicherung in einem Elektroverteiler befindet, in den das IT-Personal keinen Zugang hat?
- Dürfen IT-Mitarbeiter ohne entsprechende elektrotechnische Ausbildung einen Kabelkanal öffnen, einen Switch vom vorhandenen Stromkreis ab- oder an-klemmen? (siehe Abbildung 6)

Betriebserfahrungen mit Kupferverkabelung beschränken sich zum aktuellen Zeitpunkt in erster Linie auf Ethernet mit einer Datenrate von 10 Mbit/s bzw. 100 Mbit/s, flächendeckende Erfahrungen mit 1000 Mbit/s bis zum Arbeitsplatz liegen kaum vor. Nur selten können Netzwerkfehler auf vorhandene Defekte in der Verkabelung zurückgeführt werden. Zumeist ist bei einem fehlerhaften Link gar keine Kommunikation möglich (z.B. durch Verdrahtungsfehler), komplexe Probleme wie Erhöhung der Fehlerraten z.B. durch mangelhafte Nahbereichsdämpfung sind kaum bekannt. Ob in Zukunft der flächendeckende Einsatz von 1 Gbit/s am Arbeitsplatz zu einer anderen Erfahrung führen wird, bleibt abzuwarten.

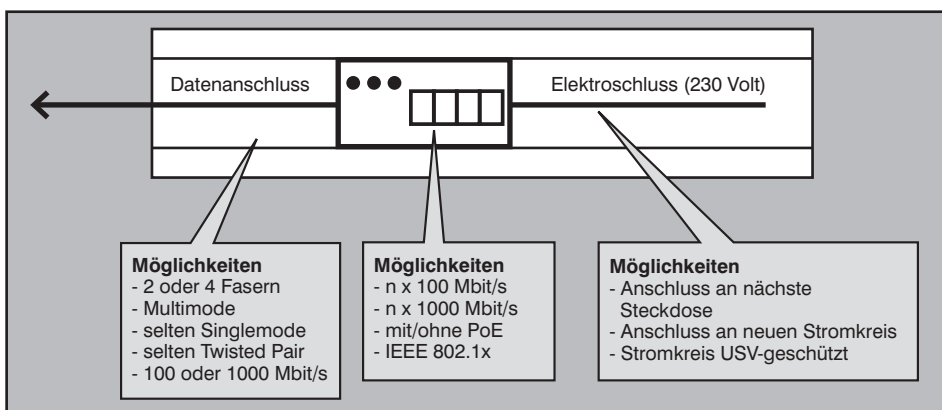


Abbildung 6: Typische Büroausstattung bei 2 Arbeitsplätzen (FtO mit höherer Verfügbarkeit)

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

Auch bei Glasfaser ist die Betriebsfreundlichkeit sehr hoch einzustufen. Umfragen bei Nutzern dieser, überwiegend im Backbone-Bereich eingesetzten Technik bestätigen, dass eine einmal installierte und beschaltete Glasfaserverbindung auch bei höchsten Datenraten über viele Jahre hinweg sehr stabil läuft. Wäre dies im Übrigen nicht der Fall, so würde dieses Medium wohl kaum im sensiblen Backbone-Bereich genutzt werden. Die Gründe für diese hohe Stabilität liegen primär darin, dass die im Glasfaserbereich verwendeten Übertragungstechniken bei weitem nicht an die technischen Grenzen herangehen oder die Möglichkeiten nutzen, die Glasfaser bietet und deshalb eher „unkomplizierte“ Verfahren verwenden (dies gilt zumindest bis zu einer Datenrate von 1000 Mbit/s). Dazu kommt, dass die aktuellen Glasfasertechniken im lokalen Netzwerk in erster Linie von zwei begrenzenden Parametern abhängen, dem optischen Dämpfungsbudget und dem Bandbreite-Länge-Produkt. Auf das Bandbreite-Länge-Produkt hat der Nutzer nach der Installation kaum noch einen Einfluss, er kann diesen Parameter mit „feldtauglichen“ Messgeräten ohnehin nicht mehr nachmessen; lediglich auf die Länge hat er noch einen Einfluss. Damit bleibt für den Nutzer nur noch die Sicherstellung und sehr einfache Überprüfung des maximal erlaubten Dämpfungsbudgets. Da alle aktuellen LWL-Übertragungstechniken primär für den Backbone-Bereich und somit große Distanzen entwickelt wurden, sind Dämpfungsprobleme im Tertiärbereich kaum zu erwarten; was letztendlich auch in einer fehlerminimierten Nutzung von Glasfasernetzen resultiert.

Die Gefahr von elektromagnetischen Störeinflüssen ist grundsätzlich bei jeder Form von „elektrischer“ Kommunikation vorhanden und kann auch bei sorgfältigster Planung der Gebäudetechnik bei einer Twisted-Pair-Verkabelung nicht ausgeschlossen werden, deshalb ist Glasfaser von großem Vorteil. Ein Großteil der negativen Erfahrungen in Zusammenhang mit kupferbasierenden Übertragungstechniken und elektromagnetischen Störwirkungen (oder gar Zerstörungen) basieren auf mangelhafte Potenzial- und Erdungskonzepte bzw. deren Umsetzung. Eine geschirmte Datenverkabelung darf in Anlehnung an die Richtlinien der EN 51073 bzw. EN 50174 oder EN 50310 nur dann erfolgen, wenn die Potenzial- und Erdungsinfrastruktur nach neuestem Stand der Technik durchgeführt wurde. Ist dies nicht der Fall, so muss mit Sanierungsmaßnahmen gerechnet werden. Vor der Einführung von einer kupferbasierenden Kommunikationsverkabelung in vorhandenen Gebäuden, gerade in Altbauten, wird ein Gespräch mit

den Fachverantwortlichen für die Elektroverkabelung oder gar eine Untersuchung durch einen externen Gutachter empfohlen. Insbesondere Gebäude mit sehr alter Elektroinfrastruktur können hier Defizite aufweisen. Sollten sich erhebliche Sanierungsmaßnahmen ergeben, so bietet die Lichtwellenleitertechnik Vorteile, derartige Sanierungsmaßnahmen wären dann nicht notwendig.

FttO-Lösungen nutzen zum Anschluss des Endgerätes das Medium Kupfer. Die daran anzuschließenden kupferbasierenden Anschlussschnüre lassen sich entgegen der landläufigen Meinung mit herkömmlichen Handheld-Scanner nicht direkt messen (spezielle Messadapter sind notwendig), sondern nur als Teil eines kompletten Links (Channel-Link-Messung nach EN 50173). Eine nachrichtentechnische Überprüfung von fehlerhaften TP-Anschlussschnüren ist bei FttO im Unterschied zu einer Kupferlösung damit nur sehr eingeschränkt möglich.

Im Falle einer Entscheidung für FttO sind zusätzlich zu leitungsbedingten Störungen auch die Fehler, die durch die Elektronik der Kanaleinbau-Switches verursacht werden, zu berücksichtigen. Die im Gespräch mit ComConsult-Kunden wiedergegebenen Erfahrungen bei FttO-Lösungen sind sehr unterschiedlich. Gerade bei „günstigen“ Hardwarelösungen sind durchaus hohe Fehlerraten oder Ausfälle zu verzeichnen, insbesondere das Problem des Wärmestaus ist nicht bei jedem Hersteller zufriedenstellend gelöst.

Im Zusammenhang mit der Betriebsfreundlichkeit einer Verkabelung gehört auch eine Betrachtung der Fehleranalysemöglichkeiten, welche die aktiven Systeme liefern. Bei der Kupferlösung und der FttD-Lösung werden lediglich an einem einzigen Punkt oder in wenigen Etagenverteiltern aktive Komponenten eingesetzt. Damit beschränkt sich die SNMP/RMON-Überwachung der aktiven Komponenten auf einige wenige zentrale Systeme und vereinfacht beispielsweise Performance-Analyse-Möglichkeiten. Das FttO-Prinzip sieht dagegen in jedem Raum mindestens einen Switch vor, ein Bürogebäude mit beispielsweise 300 Büros kommt somit auf mehr als 300 aktive, zu überwachende bzw. managende Komponenten. Beispielsweise lässt sich eine Mirroring-Funktion bei einer FttO-Lösung deutlich schwieriger umsetzen, auch Statistik-Funktionen wie RMON oder Mini-RMON sind bei Kanaleinbau-Switches nur sehr begrenzt verfügbar.

Die Fehlergefahr in jeder Anlage, und dazu ist auch ein Lokales Netzwerk zu zählen, erhöht sich mit der Zunahme von elektronischen Anlagenteilen. Bei FttO-Technik beschränkt sich die Anzahl und Position der aktiven Geräte nicht nur auf den zentralen Verteiler (oder die Etagenverteiler), sondern es müssen die verteilt platzierten Kanaleinbau-Switches dokumentiert, im Management erfasst, im Fehlerfall geprüft und auch gewartet werden. Damit ist dieses Lösung im Vergleich zur FttD-Lösung oder auch zur Twisted-Pair-Lösung fehleranfälliger.

Jetzt Leser werden

Der Netzwerk Insider



Der Netzwerk Insider erscheint 12 Mal im Jahr im PDF-Format und informiert Sie per eMail über die Hintergründe aktueller Netzwerk-Technologien. Jeden Monat werden zwei Themen gewählt, über die in ausführlicher Form topaktuelle Insider-Informationen gegeben werden. Der Netzwerk-Insider vertritt die Sichtweise von Technologie-Anwendern und bewertet Produkte und Technologien im Sinne der wirtschaftlichen und erfolgreichen Umsetzbarkeit in der täglichen Praxis. Durch seine strenge wirtschaftliche Unabhängigkeit (keine Hersteller-Anzeigen) kann er es sich leisten, Schwachstellen und Nachteile offen anzusprechen. Der Netzwerk-Insider ist bekannt für seine kritische, herstellerneutrale und fundierte Technologie-Bewertung.

Hier können Sie sich zum Netzwerk Insider kostenlos und ohne jede Verpflichtung registrieren lassen:

<http://www.comconsult-akademie.de/de/Registrierung.php>

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

Eine Analyse der Betriebsfreundlichkeit muss auch die Skalierbarkeit bzw. Flexibilität der Lösungen betrachten und vergleichen. Die Skalierbarkeit der Datenrate oder Erweiterung von neuen Funktionen charakterisiert die Glasfaser eher als unflexibel bzw. wenig innovationsfreudig. Netzwerk-Betreiber, die im Laufe des Betriebs sehr auf neue Techniken setzen, müssen bei einer FttO-Lösung mit höheren Folge- bzw. Betriebskosten rechnen.

Bewertung Stromversorgung der Endgeräte

Durch die Einführung von ethernet-basierenden Telefonen besteht grundsätzlich die Wahl, diese Telefone mit Hilfe eines Steckernetzteiles oder Power over Ethernet zu versorgen. Sowohl die glasfaserbasierende (nur FttO) als auch die Twisted-Pair-Lösung sind in der Lage PoE bereitzustellen. Für den Fall, dass eine USV-Pufferung der Stromversorgung für die Telefone vorgesehen ist, unterscheiden sich die Aufwendungen zwischen den beiden Lösungen Twisted-Pair und FttO: Genügt bei Twisted-Pair noch die Nachrüstung einer 19"-USV im Etagenverteiler (als Minimalmaßnahme), so müssen bei FttO USV-Anlagen im Elektrounterverteiler (Evt) installiert werden, da von hier ausgehend die FttO-Kanaleinbau-Switches mit Strom versorgt werden. In vielen Fällen reicht die vorhandene Infrastruktur in den Evt's nicht aus, so dass diese Maßnahmen noch komplizierter werden. Eine Forderung nach USV-Pufferung der VoIP-Telefone muss gerade bei FttO wohl überlegt werden.

Kostenaspekte

Seit der Einführung von VoIP gehörte es mehrfach zu den Aufgaben des Autors, in unterschiedlichen Umgebungen zu überprüfen, ob und wie sich Glasfaser als Medium weiter nutzen lässt. Die technische Bewertung der verschiedenen Lösungen, zunächst einmal losgelöst von den damit verbundenen Kosten, wurde im vorausgegangenen Text soweit wie möglich all-gemeingültig beschrieben. Diese Überlegungen behalten für fast alle Szenarien ihre Gültigkeit, letztendlich stellt sich aber für beide, ganz zu Anfang des Artikels definierte Szenarien die Frage:

Zu Szenario 1: Was kostet die Einführung einer Verkabelung auf Basis des Mediums Twisted-Pair im Vergleich zum Medium Glasfaser?

Zu Szenario 2: Was kostet die Beibehaltung der Glasfaser als alleiniges Medium für die Beibehaltung der Lokalen Netzwerktechnik, insbesondere im Zusammen-

hang mit einer Einführung von VoIP?

Die Erfahrungen bei der Planung von Neubauten zeigen, dass Architekten oder Generalplaner, welche im Rahmen ihrer Planungen die infrastrukturellen Rahmenbedingungen schaffen, eine Standarddatenverkabelung mit Kupfer als Tertiärmedium in frühen Phasen der Planung als Default-Planungsbasis berücksichtigen. Damit kann davon ausgegangen werden, dass ausreichende Technikräume und Platz für Kabelführungssysteme vorhanden sind und ein Kostenvorteil durch Vermeidung der dezentralen Lösung mit platzraubenden Medien kaum zum tragen kommt. Hier mag es Ausnahmen geben, bei denen gezielt diese Kernelemente eingespart werden und man sich darüber hinaus durch den zentralen Lösungsansatz eine erhebliche Einsparung von begleitenden Betriebskosten (wie den genannten Kosten für Strom und Kühlung) erhofft. Diesen Kostenvorteil zu beziffern ist nach Meinung des Autors aber mit vielen sehr spekulativen Elementen verbunden.

Für Szenario 1 wird in den meisten Fällen die gestellte Frage sehr eindeutig zu beantworten sein: Im günstigsten Falle wird die Einführung einer FttO-Lösung (FttD wurde bereits oben aufgrund der fehlenden Akzeptanz ausgeschlossen) bei den Erstkosten kostenneutral sein. Jede Änderung der Funktionalität oder Datenrate am Arbeitsplatz wird Folgekosten, auch bei dem passiven Teil des Netzes haben (die Kanaleinbau-Switches müssen dem passiven Teil zugeordnet werden). Schwieriger ist die Antwort für Szenario 2. Hier spielen die „gesetzten“ Rahmenbedingungen des jeweiligen Gebäudes eine erhebliche Rolle.

- Welche Maßnahmen sind zur Einrichtung von neuen Verteilern notwendig?
- Wie lassen sich die Kabel verlegen, ist Platz genügend vorhanden?
- Müssen neue Kabelführungssysteme nachgerüstet werden?

Demzufolge ist eine pauschale Antwort für dieses Szenario nicht möglich. Doch lassen sich erfahrungsgemäß durchaus Tendenzen erkennen:

1. Jede der bisherigen Analysen brachte zum Ergebnis, dass es Möglichkeiten gibt, ausreichende Technikräume nachträglich zu definieren und auszubauen.
2. Jede der bisherigen Analysen brachte zum Ergebnis, dass es Möglichkeiten für Kabelwege gibt, um aus-

reichende Kabelführungssysteme für TP nachträglich zu installieren.

3. Selten ist die Demontage der vorhandenen Glasfaserverkabelung notwendig, um eine neue TP-Verkabelung einzubringen.
4. Eine Neuverkabelung mit Twisted-Pair ist in den meisten Fällen kostengünstiger als eine Einführung von FttO in einer vorhandenen Tertiärverkabelung mit Glasfaser. Den Hauptanteil der Kosten übernehmen wie zu erwarten - die Kanaleinbau-Switches.

Die Lokalisierung von geeigneten Räumen zur Einrichtung von Etagenverteilern und die Lokalisierung von Kabelwegen stellen im Rahmen derartiger Analysen einen Schwerpunkt dar. Gelingt dies nicht, so kann eine dezentrale Lösung wie Twisted-Pair keine Alternative sein. Doch gerade Fachplanern, die eine große Erfahrung mit der Netzwerk-Sanierung in alten Gebäuden haben, gelingt es meistens, geeignete Bereiche zu finden. Die Kosten zum Ausbau dieser Strukturelemente schwanken natürlich, es zeigt sich aber, dass die Kosten zum Umbau eines Raumes eher gering sind. Es sind Maßnahmen zum Ausbau der Stromversorgung einzuplanen und gegebenenfalls noch zur Kühlung des Raumes. Deutlich anspruchsvoller ist der Ausbau von neuen Kabelwegen, da ein sehr hohes Kabelvolumen über große Strecken geführt werden muss. Die vorhandenen Hauptkabelwege sind zumeist nicht nutzbar, dafür gibt es verschiedene Gründe, Beispiele:

- Kabelweg befindet sich im Flurbereich, Brandschutzmaßnahmen wären aufwendig.
- Steigschächte insbesondere Kernbohrungen sind überfüllt, und nachträgliche Bohrungen würden ein erhebliches Risikopotenzial für das laufende Netz bedeuten.
- Fensterbankkanäle, die bisher für die Kabelführung der wenigen LWL-Kabel und die Unterbringung der Anschlussdosen genutzt werden, erlauben keine Nutzung mehr dieses Kabelführungssystems als Hauptkabelweg.

Vergangene Projekte haben gezeigt, dass es wesentlich besser ist, sich vollständig von den vorhandenen Kabelführungssystemen zu lösen und eigene zu planen. Lediglich ein eventuell vorhandener Fensterbankkanal kann noch zur Montage der neuen Dosen inklusive der Verlegung einiger weniger Kabel pro Raum genutzt werden. Damit entsprechen die „Baumaß-

VoIP, das Ende für Glasfaser im Tertiärbereich?

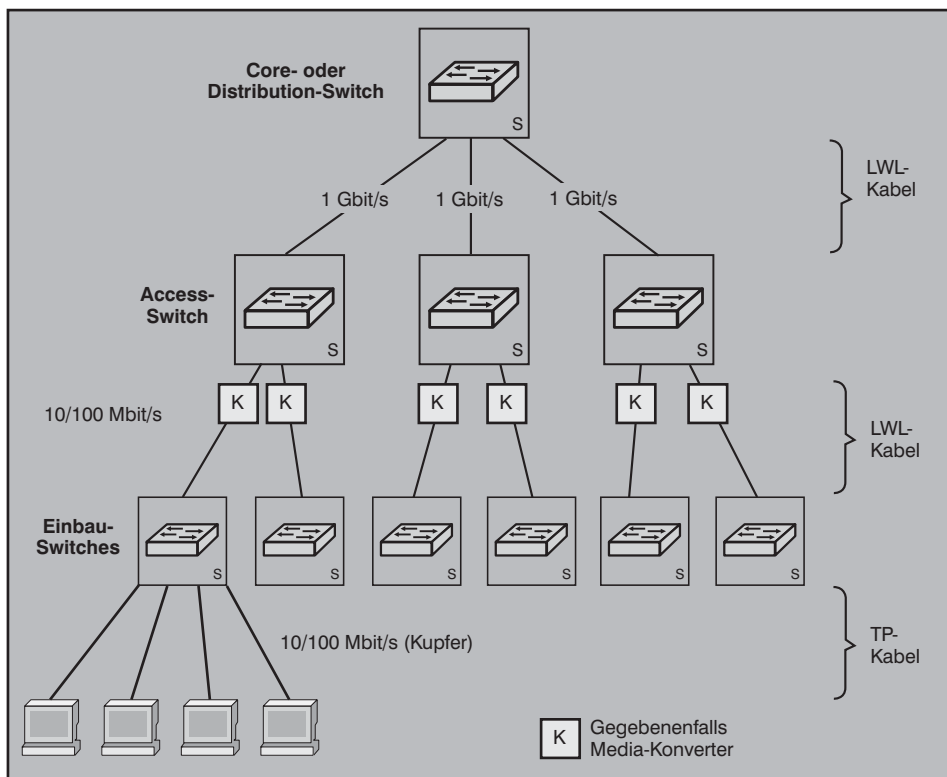


Abbildung 7: Schematische Netzwerk-Topologie FttO

nahmen“ bei einer Nachverkabelung mit Twisted-Pair auch in Gebäuden mit einer vorhandenen LWL-Verkabelung im Prinzip einer Neuverkabelung eines Gebäudes ohne vorhandene Kabelführungssysteme.

Diese „Neuinstallation“ hat aber auch einen nicht zu unterschätzenden Vorteil. Bei geschickter Planung und Erstellung von Ausführungsunterlagen und Terminplänen kann eine Nachverkabelung mit TP ohne Unterbrechung des laufenden Netzwerkbetriebs vorgenommen werden. Vereinzelt Mitarbeiter werden natürlich temporär betroffen sein, aber das Netz als ganzes kann weiterlaufen und die Migration, gerade die Umstellung der Clients, kann sehr „sanft“ erfolgen.

Selbst unter den angenommenen negativen Rahmenbedingungen der Neuinstallation von Kabelführungssystemen wird sich für viele Gebäude die Neuverkabelung rechnen. Was ist verantwortlich für die hohen Kosten der FttO-Lösungen, trotz der damit ersparten Installation von Kabelführungssystemen und neuen Kabelverbindungen? Unter günstigen Voraussetzungen, und dazu gehört auch eine ausreichende Glasfaserverkabelung zur Sicherstellung der Anzahl von Kanaleinbau-Switches, beschränken sich die Kosten bei FttO nur auf die aktiven Systeme. Diese bestehen aus Kosten für die Kanal-

einbau-Switches selbst und den Komponenten im zentralen Verteiler. (siehe Abbildung 7)

Bei der Abschätzung der Kosten für einen hochwertigen Kanaleinbau-Switch mit einem Uplink in 1 Gbit/s-Qualität, 4 x 100 Mbit/s und 4 x PoE ist mit ca. 500 € bis 750 € zu rechnen. Dies ergibt pro physikalischem RJ45-Port einen Kostenanteil von ca. 190 €; ohne Kosten der aktiven Komponenten im Verteiler. Erfahrungen des Autors über viele Jahre hinweg kommen bei einer Twisted-Pair-Verkabelung zu einem Pro-Port-Preis von ca. 150 € bis 250 €, darin enthalten sind Baumaßnahmen (mittlerer Qualität) und die Kosten für die Verkabelung selbst. Auch hier müssen die Kosten der Switches im Etagenverteiler

hinguzurechnet werden. Der angegebene Pro-Port-Preis bei der FttO-Lösung verschlechtert sich, wenn man bei einem Kanaleinbau-Switch nicht von der Nutzung aller 4 Ports ausgeht, sondern weniger, was ja durchaus üblich ist. In einem Büro mit einem Arbeitsplatz werden wohl kaum alle 4 Ports benötigt, in der Regel vielleicht 2 Ports. Das ergibt dann bereits ein Pro-Port-Preis von 375 €, bei 3 Ports bleiben es immer noch 250 € pro Port. Diese Rechnung macht sehr deutlich, warum FttO in den meisten Fällen keinen Kostenvorteil bringt, selbst im Vergleich mit einer neuen TP-Verkabelung.

Dabei darf nicht vergessen werden, dass die einfache Rechnung oben noch nicht einmal die Kosten für die aktiven Systeme im Verteiler berücksichtigt. Die Auswahl an hochwertigen, festkonfigurierten Access-Switches (Desktop-Switches) zur Unterstützung von Glasfaser ist gering. Viele Marktführer bieten – wenn überhaupt – nur modulare Systeme an. Diese sind aber deutlich teurer als die nichtmodularen Systeme. Eine Alternative bei einigen Anbietern von FttO besteht in dem Lösungsvorschlag, dass man statt der teuren modularen Systeme im Access-Bereich „normale“ Switches mit TP-Anschlüssen positioniert und dann mit Hilfe von 19“-Media-Konvertern auf das Medium Licht wechselt (siehe Abbildung 7). Diese Lösung mag durchaus kostengünstiger sein, stößt aber aufgrund der weiteren zusätzlichen Fehlerquelle bei vielen Nutzern auf Ablehnung.

Fazit

Gerade im Zusammenhang mit der Einführung von VoIP bzw. der damit (anscheinend) als notwendig erachteten Verwendung von Power over Ethernet stellen sich viele Nutzer von „Fiber to the Desk“ oder „Fiber to the Office“ die Frage nach weiteren Investitionen in diese Technik. Nach Einschätzung des Autors gibt es nur in sehr seltenen Fällen Rahmenbedingungen, die eine Aufrechterhaltung dieser Technik im Tertiärbereich notwendig machen. In den meisten Fällen ist eine komplette Neuverkabelung mit Twisted Pair sowohl die technisch flexiblere wie auch die kostengünstigere Lösung. Selbst unter Annahme von schlechten Rahmenbedingungen für die Kupferlösung und guten Rahmenbedingungen für die Glasfaserlösung wird diese einfache Empfehlung häufig Gültigkeit behalten. Trotzdem wird empfohlen, für jeden einzelnen Fall eine Analyse der Anforderungen und Rahmenbedingungen durchzuführen und erst danach mit Hilfe eines technischen und wirtschaftlichen Vergleichs eine Entscheidung zu treffen.

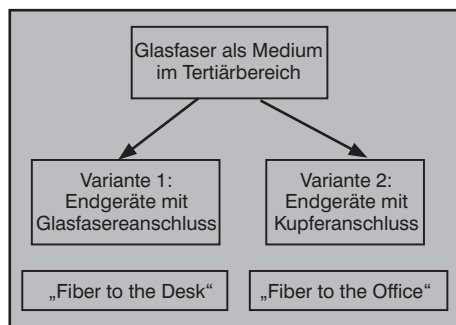


Abbildung 8: Lösungsvarianten Glasfaser im Tertiärbereich