

LWL-Management

Der Schlüssel für Wettbewerbsvorteile

Erfolgreiche Dienstleister in der Telekommunikationsbranche zeichnen sich durch geringe Betriebskosten, Zuverlässigkeit und Flexibilität in puncto Dienstleistungen und einen schnelleren Einsatz von neuen und erweiterten Diensten aus. Bedingt durch die weltweit expandierenden Märkte, setzen die größten Anbieter zunehmend auf Telefonie mit hoher Bandbreite und Multimedia-Netzwerke. Diese Netzwerke zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Glasfasern aus, dem Medium, das die Anforderungen an die Bandbreite und die Kosten erfüllt. Ein erfolgreiches LWL-Netzwerk setzt jedoch nicht nur den Einsatz von Glasfasern voraus, sondern benötigt auch ein leistungsfähiges LWL-Managementsystem. Das Management der LWL-Kabel steht in direkter Verbindung mit der Zuverlässigkeit des Netzwerks, der Leistungsfähigkeit und den Kosten. Das Kabelmanagement beeinflusst auch die Wartung und den Betrieb des Netzwerks sowie die Neukonfigurations- und Erweiterungsmöglichkeiten für das Netzwerk sowie das Wiederherstellen und das Implementieren von neuen Diensten. Durch das richtige LWL-Managementsystem wird sichergestellt, dass der gewünschte Biegeradius beibehalten wird, die Kabelführungspfade eindeutig definiert werden, die Kabel leicht zugänglich sind und das LWL-Netzwerk vor mechanischen Beschädigungen geschützt wird. Wenn die gesamten Komponenten richtig implementiert werden, können mit dem LWL-Netzwerk alle Wettbewerbsvorteile erzielt werden.

Einführung

Die Telekommunikationsmärkte weltweit stellen sich dem Konkurrenzkampf, und die Konkurrenten werden oft von internationalen namhaften Anbietern, z. B. WorldCom, British Telecom, Cable & Wireless, U S WEST, Deutsche Telekom und Telstra, unterstützt. Diese Unternehmen bauen kostengünstige, leistungsstarke und flexible Netzwerke mit hoher Bandbreite auf. Durch diesen Wettbewerb werden die Kosten für den Konsumenten gesenkt. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an die anderen Anbieter, Dienstleistungen mit vergleichbarer Qualität und Bandbreite kostengünstig anzubieten. Durch diese Faktoren wird die rasche Entwicklung von Glasfasern vorangetrieben. Die erforderliche Bandbreite kann nur durch Glasfasern erreicht werden.

Die Bandbreite der jeweiligen Kabeltypen wird in der nachfolgenden Tabelle klar ersichtlich. Die Bandbreitenkapazität eines Twisted Pair-Kupferkabels ist auf ca. 6 Mbit/s und die eines Koaxialkabels auf eine STM-1-Ebene von 155 Mbit/s beschränkt. Singlemode-Lichtwellenleiter hingegen werden weltweit häufig auf STM-1- (155Mbit/s), STM-4- (622Mbit/s), STM-16-Ebenen (2,5 Gbit/s) sowie auf höheren Ebenen verwendet (siehe Tabelle 1).

Signal	Bitrate (Mbit/s)	Voice-Kanal	Kabel
DS0	0,064	1	TWISTED PAIR
DS1	1,540	24	
E1	2,040	30	
DS2	6,310	96	
E2	8,190	120	KOAXIALKABEL
E3	34,000	480	
DS3	44,730	672	
STS3 (STM-1)	155,520	2016	
STS-1OC-1	51,840	627	LWL- KABEL
(STM-1) STS-3/OC-3	155,520	2016	
(STM-4) STS-12/OC-12	622,080	8064	
(STM-16) STS-48/OC-48	2488,320	32,256	
STS-192/OC-192	9953.280	129,024	

Tabelle 1. Übertragungshierarchien

Durch den erhöhten Einsatz von Fasern können Anbieter höhere Umsätze erzielen, insbesondere bei Geschäftskunden, die Netzwerke mit hoher Bandbreite für Anwendungen wie Telefonie, E-Mail, Internetzugriff und Videokonferenzen benötigen. Diese Anwendungen können eine bedeutende Einnahmequelle für den Dienstleister darstellen. Beispielsweise kann mit einer dedizierten E1-Schaltung für ein Unternehmen ein Umsatzerlös von ca. 12.000 US Dollar jährlich erzielt werden. Folglich kann mit einer Einzelfaser, die auf einer STM-4-Ebene mit (480) E1-Schaltungen betrieben wird, ein Umsatzerlös von über 4 Mio. US Dollar pro Jahr erreicht werden. Die möglichen Einnahmen variieren je nach Land, Systemeinsatz, Faserzuordnung sowie anderen Faktoren. Der Vorteil ist jedoch klar ersichtlich: Mit einem LWL-Kabel kann ein höheres Verkehrsaufkommen, verbunden mit einem höheren Umsatzerlös erzielt werden als mit einem Twisted Pair- oder Koaxialkabel.

Die meisten erhältlichen LWL-Kabel werden nicht so eingesetzt, dass die gesamte potentielle Bandbreite zur Verfügung steht, sondern werden mit dem Ziel installiert, dass die entsprechende Bandbreite bei Bedarf erzielt werden kann. Der Trend geht daher in die Richtung, dass die Fasern bis in die Teilnehmernähe (zum Endbenutzer) gebracht werden, d. h. Endbenutzer können die Vorteile der Fasern besser nutzen. Die Netzwerkkomplexität erhöht sich gleichzeitig mit der Bandbreitennutzung der Glasfasertechnik. Die Bandbreitennutzung lässt sich auch als höherer Umsatzerlös für den jeweiligen Betreiber beschreiben. Um den Vorteil der Glasfasertechnik, der mit höheren Einnahmen aufgrund der Bandbreite verbunden ist, dauerhaft auszunutzen, reicht es nicht aus, nur LWL-Kabel einzusetzen. Sie müssen auch richtig verwaltet werden. Das richtige Management bestimmt auch, wie schnell neue Dienste implementiert und wie einfach das Netzwerk neu konfiguriert werden kann. Das LWL-Management, d. h. die Art und Weise, in der die LWL-Kabel angeschlossen, abgeschlossen, verlegt, gespleißt, untergebracht und abgewickelt werden, hat einen direkten und wesentlichen Einfluss auf die Leistung und Rentabilität des Netzwerks.

Die vier Elemente des LWL-Managements

Erhaltung des Biegeradius

Beim LWL-Management sind vier Elemente entscheidend: Erhaltung des Biegeradius, Kabelführungspfade, Kabelzugang und Schutz vor mechanischer Beschädigung. Alle vier Aspekte wirken sich direkt auf die Zuverlässigkeit, die Funktionalität und die Betriebskosten des Netzwerks aus.

Es gibt zwei grundlegende Biegeradien in der Glasfasertechnik: Microbending und Macrobending. Bei Microbending handelt es sich um einen sehr kleinen Biegeradius bzw. um Verformungen der Faser, bei Macrobending um einen größeren Biegeradius in der Faser (siehe Abbildung 1).

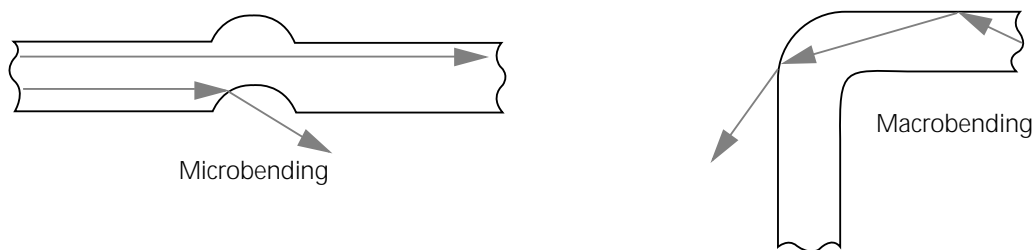


Abbildung 1. Microbending und Macrobending

Der Radius der Faser an der Biegung hat einen direkten Einfluss auf die Langzeitverlänglichkeit und die Leistung des LWL-Netzwerks. Dies bedeutet, dass Fasern, die über den angegebenen minimalen Biegeradius gebogen werden, brechen können und zu Dienstaussfällen und höheren Kosten beim Netzwerkbetrieb führen können. Kabelhersteller, z. B. Corning, AT&T und andere Hersteller, geben einen minimalen Biegeradius für ihre Fasern und LWL-Kabel an. Der minimale Biegeradius hängt vom jeweiligen LWL-Kabel ab. Als allgemeine Faustregel gilt jedoch, dass der minimale Biegeradius nicht kleiner als der zehnfache Außendurchmesser des LWL-Kabels sein sollte. Ein Kabel mit einer Dicke von 3 mm sollte daher keine Biegungen mit einem Radius von weniger als 30 mm aufweisen.

Bellcore empfiehlt einen minimalen Radius von 38 mm für Patchkabel mit einem Durchmesser von 3 mm (Generic Requirements and Design Considerations for Fiber Distributing Frames, GR-449-CORE, 1. Ausgabe, März 1995, Abschnitt 3.8.14.4.). Dieser Radius gilt für ein LWL-Kabel, das keiner Belastung bzw. Spannung ausgesetzt ist. Wenn das Kabel einer Zugbelastung ausgesetzt wird, z. B. durch das Gewicht eines Kabels in einer langen vertikalen Führung, oder ein Kabel straff zwischen zwei Punkten gespannt ist, wird der minimale Biegeradius aufgrund der zusätzlichen Belastung erhöht.

Der minimale Biegeradius muss aus folgenden Gründen beibehalten werden: Die Langzeitzuverlässigkeit der Faser wird erhöht und die Dämpfung des Signals verringert. Wenn die Faser einer höheren Belastung ausgesetzt wird, steigt die Gefahr, dass Biegungen mit einem Radius, der unter dem angegebenen minimalen Radius liegt, Ausfallerscheinungen zeigen. Bei einem kleineren Biegeradius erhöhen sich die Belastung und die damit verbundene Ausfallwahrscheinlichkeit. Wenn der minimale Biegeradius nicht beibehalten wird, wirkt sich dies unmittelbar aus: Die Dämpfung durch eine Biegung in einer Faser erhöht sich, wenn sich der Radius der Biegung verringert. Die Dämpfung ist aufgrund der Biegung bei 1550 nm höher als bei 1310 nm. Bei einer Biegung mit einem Radius von 16 mm (0,63 Zoll) beträgt das Dämpfungsmaß bis zu 0,5 dB. Der Faserbruch und die erhöhte Dämpfung haben erhebliche Auswirkungen auf die Langzeitzuverlässigkeit des Netzwerks und die Kosten für den Netzwerkbetrieb. Dies wirkt sich auch auf die Verwaltung und den Aufbau des Kundenbestands aus.

Probleme mit dem Biegeradius treten in der Regel nicht bei der Erstinstallation des Faserverteilungssystems (Fiber Distribution System, FDS) auf, bei der die LWL-Außenkabel auf die Kabel treffen, die in einer Hauptniederlassung oder im Headend verlaufen. Dies liegt daran, dass bei diesem Vorgang nur relativ wenig Fasern an das ODF geführt werden. Die geringe Anzahl der Kabel und deren Starrheit gewährleistet im Allgemeinen, dass der Biegeradius über dem minimalen Radius liegt. Wenn die Faser einer Zugbelastung ausgesetzt wird, steigt die Gefahr, dass der Biegeradius nicht beibehalten wird. Es treten weitere Probleme auf, wenn zusätzliche Fasern zum System hinzugefügt werden. Beim Hinzufügen von Fasern auf die bereits installierten Fasern kann auf den jeweiligen Fasern Macrobending auftreten, wenn sie über eine nicht geschützte Biegung geführt werden (siehe Abbildung 2). Daher ist es möglich, dass bei der Faser, die seit Jahren ordnungsgemäß funktionierte, unerwartet ein erhöhter Dämpfungswert auftritt und die Betriebsdauer möglicherweise herabgesetzt wird.

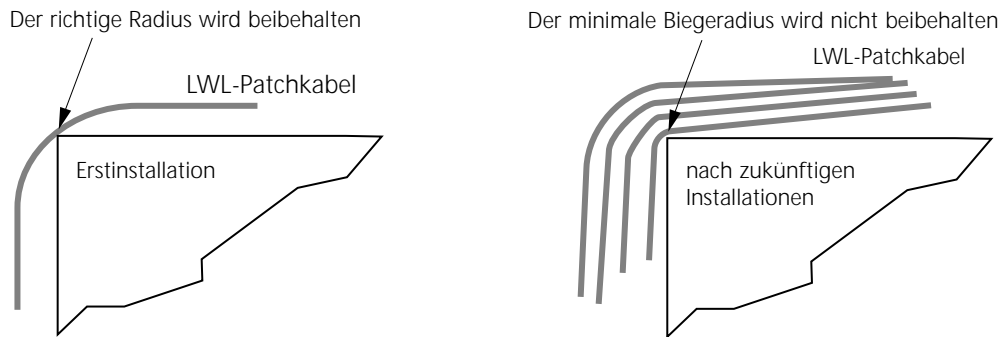


Abbildung 2. Auswirkungen durch das Hinzufügen von Fasern

Die für analoge CATV-Systeme verwendete Faser ist ein Sonderfall. In diesem Fall ist der Leistungspegel des Empfängers für den kostengünstigen Betrieb und die Dienstqualität entscheidend. Wenn der richtige Biegeradius nicht beibehalten wird, hat dies zwar andere, jedoch vergleichbar gravierende Auswirkungen. Analoge CATV-Systeme dienen in der Regel dazu, die Ausgangsleistung des Senders zu optimieren. Aufgrund der CNR-Anforderungen (Träger-Rausch-Verhältnis) wird der Leistungspegel des Empfangssignals in der Regel innerhalb eines 2 dB-Bereichs gesteuert. Das Ziel besteht darin, dass das Signal eine ausreichende Dämpfung über das LWL-Netzwerk hat, einschließlich Kabellängen, Steckverbindern, Spleiß und Splitter, so dass keine Dämpfungsglieder beim Empfänger erforderlich sind. Wenn das Signal beim Empfänger stark gedämpft werden muss, wird die Leistung nicht effizient an die Knoten verteilt. Außerdem werden möglicherweise mehr Sender als tatsächlich erforderlich eingesetzt. Der Leistungspegel beim Empfänger ist sehr wichtig. Daher kann sich eine durch den Biegeradius bedingte zusätzliche Dämpfung nachteilig auf die Bildqualität auswirken. Dies kann zur Folge haben, dass Kunden nicht mit der Qualität zufrieden sind und daher zu anderen Anbietern wechseln.



Da es sich bei nicht geschützten Biegungen um potentielle Schwachstellen handelt, sollte das LWL-Management-system einen Schutz für den Biegeradius an allen Punkten bieten, an denen ein LWL-Kabel gebogen ist. Durch den Schutz des Biegeradius im gesamten LWL-Netzwerk wird die Langzeitzuverlässigkeit des Netzwerks sichergestellt. Dies hat zur Folge, dass der Kundenbestand leichter verwaltet und weiter ausgebaut werden kann. Verringerte Ausfallzeiten des Netzwerks aufgrund von Faserfehlern haben zur Folge, dass auch die Betriebskosten für das Netzwerk reduziert werden.

Kabelführungspfade

Die Kabelführungspfade sind der zweite Aspekt für das LWL-Management. Dieser Aspekt steht in direkter Beziehung mit dem ersten, da eine nicht ordnungsgemäße Verlegung der Fasern durch Techniker zu den häufigsten Ursachen von nicht eingehaltenen Biegeradien gehört. Diese Führungspfade sollten eindeutig definiert und übersichtlich sein. Diese Pfade sollten so konzipiert werden, dass der Techniker die Kabel ordnungsgemäß verlegen muss. Wenn keine Kabelpfade definiert werden und die Kabelführung allein dem Techniker überlassen wird, führt dies zu einem inkonsistent verlegten, schwer zu verwaltenden LWL-Netzwerk. Eine nicht ordnungsgemäße Kabelführung hat eine Überladung im Abschlusspanel und in den Kabelführungen zur Folge. Dadurch steigt die Gefahr, dass der Biegeradius nicht beibehalten wird und Langzeitausfälle auftreten. Mit eindeutig definierten Führungspfaden wird die für Techniker erforderliche Schulungszeit verringert. Außerdem wird dadurch gewährleistet, dass die Kabelverlegung einheitlich ausgeführt wird. Die Führungspfade stellen auch sicher, dass die Biegeradiusanforderungen an allen Punkten eingehalten werden. Dies hat eine verbesserte Netzwerkzuverlässigkeit zur Folge. Außerdem ermöglichen definierte Führungspfade einen einfachen, schnellen und sicheren Zugriff auf einzelne Fasern. Dadurch wird der Zeitaufwand für die Neukonfigurationen erheblich verringert. Das liegt daran, dass durch einheitliche Führungspfade das Verdrillen von Fasern verringert wird. Außerdem können Fasern, die neu verlegt werden sollen, einfacher nachverfolgt werden. Darüber hinaus wird der Zeitaufwand für das Verlegen und Umleiten von Patchkabeln durch eindeutig definierte Kabelführungspfade verringert. Dies wirkt sich unmittelbar auf die Betriebskosten des Netzwerks und auf den zum Wiederherstellen und Initialisieren des Dienstes erforderlichen Zeitaufwand aus.

Kabelzugriff

Der dritte Aspekt im LWL-Management ist der Zugriff auf die installierten Fasern. Wenn ein einfacher Zugriff auf die installierten Fasern ermöglicht wird, kann der richtige Biegeradius beibehalten werden. Dieser Kabelzugriff stellt sicher, dass jede Faser installiert oder entfernt werden kann, ohne dass Macrobending auf einer angrenzenden Faser auftritt. Der jeweilige Zugriff auf die Fasern im LWL-Managementsystem entscheidet, ob nur ein Zeitaufwand von 20 Minuten pro Faser oder über 90 Minuten für die Neukonfiguration des Netzwerks erforderlich ist. Die Zugänglichkeit ist sehr wichtig bei der Neukonfiguration des Netzwerks und wirkt sich direkt auf die Betriebskosten sowie die Zuverlässigkeit des Netzwerks aus.

Schutz der Fasern vor mechanischer Beschädigung

Der vierte Aspekt im LWL-Management ist der Schutz der installierten Fasern vor mechanischer Beschädigung. Alle Fasern müssen vor versehentlichen Beschädigungen durch Techniker und Geräte im gesamten Netzwerk geschützt werden. Fasern, die ohne ordnungsgemäßen Schutz zwischen Geräteteilen verlegt werden, können sehr leicht beschädigt werden. Dies kann sich erheblich auf die Zuverlässigkeit des Netzwerks auswirken. Das LWL-Managementsystem sollte daher sicherstellen, dass jede Faser ausreichend vor mechanischer Beschädigung geschützt ist.

Faserverteilungssysteme und das ODF

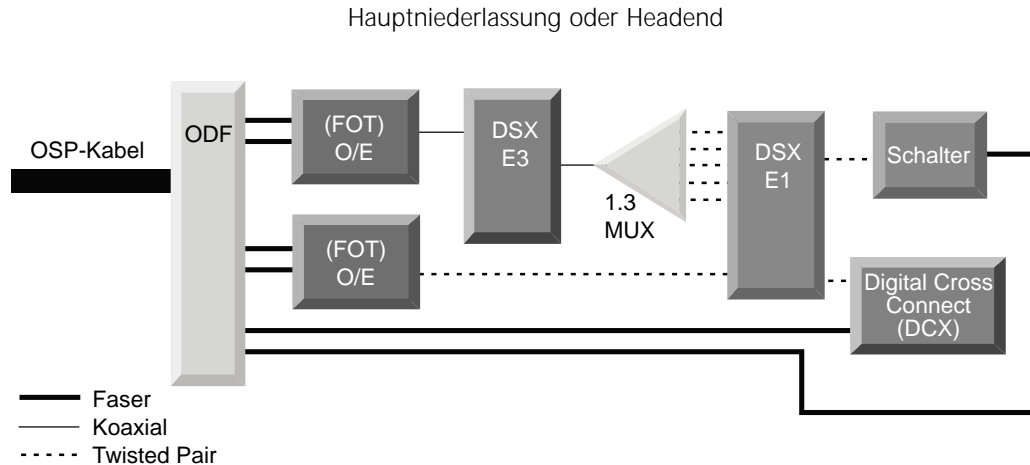


Abbildung 3. Funktionalität des optischen Verteilergestells (Optical Distribution Frame, ODF)

Alle vier Aspekte des LWL-Managements sind Bestandteil des Faserverteilungssystems. Dieses System bietet eine Schnittstelle zwischen den OSP-LWL-Kabeln (Outside Plant, OSP) und dem LWL-Abschlussendgerät (Fiber Optic Terminal, FOT) (siehe Abbildung 3). Ein Faserverteilungssystem ist für vier grundlegende Funktionen zuständig: Abschlüsse, Spleißen, Überlängenaufnahme und Aufnahme von passiven optischen Komponenten.

Dezentrales System

Ein Faserverteilungssystem kann als dezentralisiertes oder zentralisiertes System eingesetzt werden. Ein dezentralisiertes Faserverteilungssystem ist ein System, bei dem die OSP-LWL-Kabel in das Büro geführt und an ein ODF in der Nähe des zuständigen FOT-Geräts geleitet werden. Jedes neue OSP-LWL-Kabel, das in das Büro geführt wird, wird direkt an das ODF geleitet, das sich in der Nähe des Geräts befindet, das ursprünglich für den Einsatz gedacht war (siehe Abbildung 4). Dabei handelt es sich um die ursprüngliche Konfiguration vieler LWL-Netzwerke zu einem Zeitpunkt, als die Anzahl der Fasern gering war und nicht von einer zukünftige Erweiterung ausgegangen wurde. Wenn jedoch die Anforderungen an das Netzwerk steigen, werden auch andere Einrichtungen für die OSP-Fasern benötigt. Das Anpassen einer bestimmten Einrichtung an eine andere OSP-Faser ist in diesem Fall jedoch meistens mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, da der Abstand u. U. sehr groß ist und häufig eine überlappende Kabelführung besteht. Ein dezentralisiertes Faserverteilungssystem stellt zwar auf den ersten Blick eine kostengünstige und effiziente Möglichkeit für den Einsatz von Fasern im Büro dar, allerdings treten beim Erweitern und Anpassen des Netzwerks erfahrungsgemäß Probleme mit der Flexibilität und der Kabelverwaltung auf. Daher wird in den meisten Fällen der Einsatz eines zentralisierten Faserverteilungssystems empfohlen.

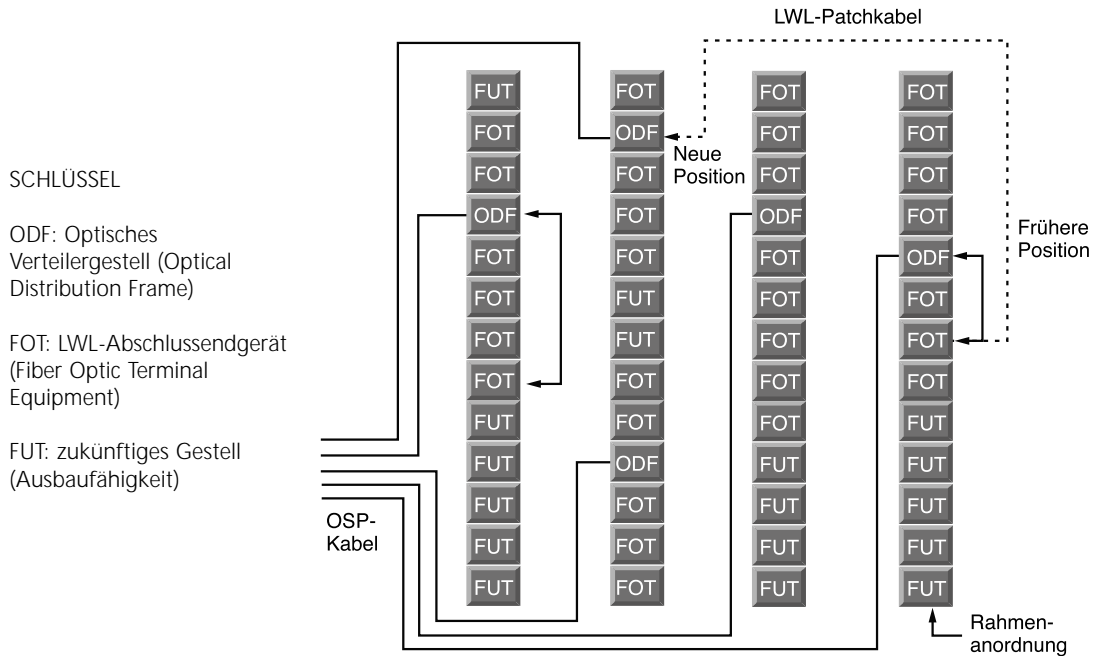


Abbildung 4. Raumplan eines dezentralen Büros für das Netzwerklayout der Glasfaserverteilung

Zentralisiertes System

Ein zentralisiertes Faserverteilungssystem bietet ein flexibleres Netzwerk mit verbesserter Langzeitzuverlässigkeit, das kostengünstiger betrieben werden kann. Ein zentralisiertes Faserverteilungssystem vereint alle OSP-Fasern an einem gemeinsamen Ort, an dem alle im Büro zu verteilenden LWL-Kabel ihren Ursprung haben (siehe Abbildung 5). Dieses System besteht aus einer Reihe von ODFs (Optical Distribution Frames), die auch FDF (Fiber Distribution Frames) genannt werden. Bei einem zentralisierten ODF können alle OSP-Fasern an einem gemeinsamen Ort abgeschlossen werden. Dadurch können die Fasern innerhalb des OSP-Kabels an jedem beliebigen Punkt im Büro einfacher und effizienter verteilt werden. Wenn sich alle OSP-Fasern an einem Ort befinden und die gesamten Fasern des FOT-Endgeräts zum selben Ort geführt werden, verringert sich der Zeit- und Kostenaufwand für das Neukonfigurieren des Netzwerks beim Austausch von Geräten, bei einem Kabelbruch oder bei der Netzwerkerweiterung.

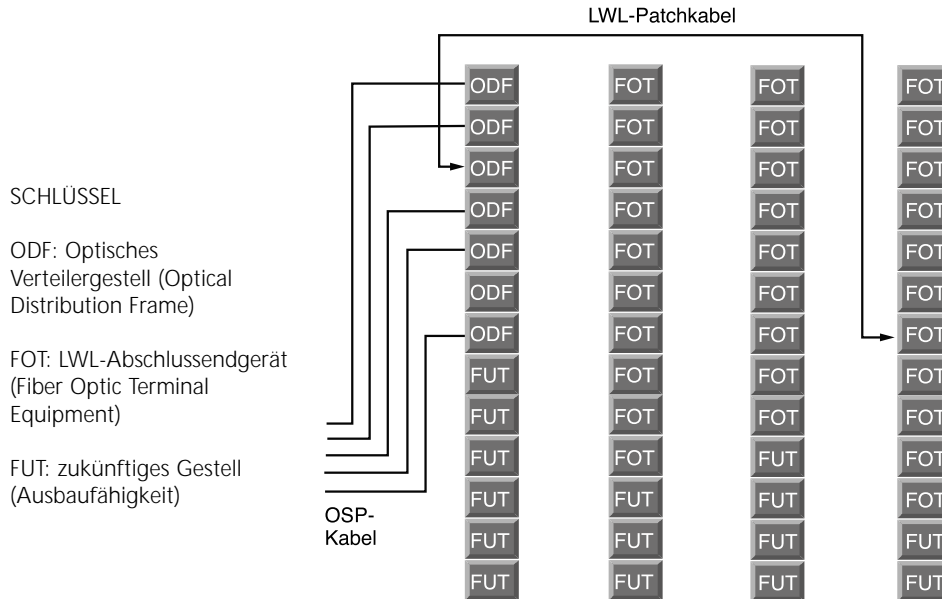


Abbildung 5. Zentralisiertes Netzwerklayout der Glasfaserverteilung

Im Folgenden werden die vier grundlegenden Anforderungen an die Funktionalität von Faserverteilungssystemen näher erläutert. Um das Signal von einer Faser zur anderen zu übertragen, müssen die Adern der beiden Fasern verbunden und in nahezu optimale Ausrichtung gebracht werden. Die Verbindungsqualität wird mit folgenden Messungen ermittelt: Einfüge- und Reflexionsdämpfung. Bei der Einfügedämpfung (Insertion Loss, IL) handelt es sich um das Maß der Leistung, die durch die Verbindung verloren geht ($IL = -10 \log[P_{out}/P_{in}]$), wobei P für die Leistung steht. Der Einfügedämpfungswert von 0,3 dB entspricht ca. 0,7 % des Leistungsverlustes. Bei der Reflexionsdämpfung (RL) handelt es sich um die Messung, wie viel Leistung von der Verbindung zur Quelle reflektiert wird ($RL = 10 \log[P_{in}/P_{back}]$). Der Reflexionsdämpfungswert von 57 dB entspricht 0,0002 % des reflektierten Lichts. In der Industrie gibt es folgende Möglichkeiten zum Verbinden von Fasern: Steckerabschlüsse und Spleiße

Abschlüsse

Steckerabschlüsse in der Glasfasertechnik beziehen sich auf das physikalische Verbinden von zwei separaten Fasern mit dem Ziel einer hundertprozentigen Signalübertragung über einen mechanischen Stecker. Die für Verbindungen eingesetzten Steckerabschlüsse können einfach neu konfiguriert werden. In der Industrie sind verschiedene Faserstecker verfügbar. Zu den am häufigsten verwendeten Single-Mode-Typen gehören SC und FC. Typische Ultra Polish-Stecker vom Typ Single Mode liefern einen Einfügedämpfungswert von <0,3 dB und geben Verlustwerte von >57 dB zurück. Verbinder mit Schrägschliff vom Typ Single Mode hingegen haben einen Einfügedämpfungswert von <0,5 dB und geben Verlustwerte von >60 dB wieder. Mit Fasersteckern können Fasern einfach verbunden werden. Ein Stecker wird am Ende der zu verbindenden Fasern installiert.

Single Mode-Verbinder werden in der Regel werkseitig eingebaut, um die Anforderungen an die optische Leistungsfähigkeit und die Langzeitzuverlässigkeit zu erfüllen. Die Verbindung wird dann durch das Abstimmen der Stecker auf jeder Seite des Adapters vorgenommen. Die Stecker werden durch den Adapter festgehalten. Außerdem wird dadurch die richtige Ausrichtung gewährleistet (siehe Abbildung 6).

Die Adapter befinden sich in einem Abschlusspanel, in dem der Adapter/die Steckerabschlüsse sicher untergebracht sind. Je nach der gewählten Ausführung, enthalten Abschlusspanels entweder 72 oder 96 Abschlüsse. Ein Abschlusspanel dient dazu, die Abschlüsse zu schützen, während gleichzeitig ein einfacher Zugriff auf die installierten Stecker ermöglicht wird. Die Abschlusspanels sollten problemlos an jede standardmäßige Stecker-/Adaptorausführung angepasst werden können. Dies ermöglicht eine einfache Ausbaufähigkeit und gewährt mehr Flexibilität bei der zukünftigen Netzwerkkonfiguration. Das LWL-Management im Abschlusspanel ist ein entscheidender Faktor für die Kosteneffizienz, Flexibilität und Zuverlässigkeit des LWL-Netzwerks.

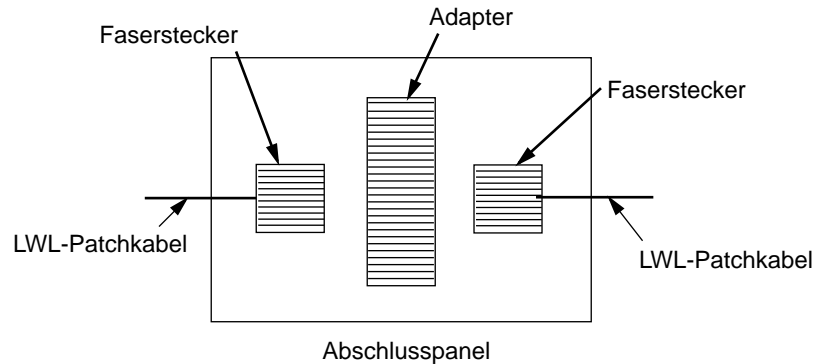


Abbildung 6. Faserabschlüsse

Beim Kabelmanagement in einem Abschlusspanel muss der Biegeradius ordnungsgemäß beibehalten werden. Außerdem müssen physikalische Führungspfade definiert werden. Der Biegeradius der Fasern muss entlang der Route vom Adapterport bis zum entsprechenden Panelauslass geschützt werden. Der Pfad für die Faser zum Panelauslass muss klar und eindeutig definiert sein. Die meisten Probleme mit dem Kabelmanagement bei Abschlusspanels treten aufgrund von nicht richtig verlegten Patchkabeln auf. Durch eine nicht ordnungsgemäße Faserführung innerhalb des Abschlusspanels kann sich der Zugriff auf installierte Stecker sehr schwierig gestalten. Die installierten Stecker innerhalb eines Abschlusspanels müssen problemlos zugänglich sein, ohne dass Macrobending auf einer angrenzenden Faser auftritt, da dadurch der Dienst beeinträchtigt wird. Die Stecker sollten ebenfalls einfach entfernt werden können, ohne dass dazu Spezialwerkzeug erforderlich ist, das leicht verloren gehen kann bzw. vergessen wird. Durch ein ordnungsgemäßes LWL-Management im Abschlusspanel werden die Netzwerkflexibilität, die Leistungsfähigkeit und die Zuverlässigkeit verbessert, während gleichzeitig die Betriebskosten und der Zeitaufwand für die Neukonfiguration des Systems verringert werden.

In Bereichen, in denen Fasern im Local Loop, beispielsweise in HFC-Netzwerken oder fasergespeisten DLCs, eingesetzt werden, verlaufen Ersatzfasern zur ONU (Optical Network Unit) oder zu den DLCs. Diese Fasern stehen zur Verfügung, falls ein Techniker die aktive Faser oder den Stecker bei der Installation oder Wartung beschädigt. In diesem Fall muss das Signal von der ursprünglich aktiven Faser zur Ersatzfaser umgeleitet werden. Dieser Vorgang erfolgt beim OSP-Abschlusspanel innerhalb des ODF. Diese OSP-Fasern im OSP-Abschlusspanel befinden sich zwar in der Regel entweder nebeneinander oder innerhalb einiger Abschlüsse, allerdings wird die Integrität von anderen installierten Schaltung im Allgemeinen nicht durch diese Neukonfiguration gefährdet. Bei jedem Abschlusspanel ist es sehr wichtig, dass ein einfacher Zugriff auf die einzelnen Abschlüsse ermöglicht wird, ohne dass andere Fasern beschädigt werden. Wenn es bei einem Abschlusspanel erforderlich ist, installierte Fasern über einen Zugriff auf den Zielstecker zu verschieben, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass der Biegeradius in den jeweils angrenzenden Fasern nicht beibehalten werden kann. Dies kann u. U. zu einem temporären Dienstausschlag führen, und wirkt sich besonders nachteilig in CATV-Systemen aus, in denen die Systemdämpfung an den optimalen Leistungspegel beim Empfänger angepasst wird, um eine optimale Bildqualität zur Verfügung zu stellen.

Reinigen des Steckers

Für zuverlässige optische Netzwerke sind saubere Stecker erforderlich. Wenn ein Stecker mit einem anderen verbunden wird, sollten beide Stecker entsprechend gereinigt und überprüft werden. Verschmutzte Stecker gehören zu den häufigsten Ursachen für erhöhte Reflexion und Einfügedämpfung in Steckern, einschließlich Steckern mit Schrägschliff. Ein verschmutzter Ultra Polish-Stecker, der in der Regel eine Reflexionsdämpfung von >57 dB hat, kann durchaus einen Reflexionsgrad von >45 dB besitzen, wenn er nicht ordnungsgemäß gereinigt wird. Dies verhält sich bei Steckern mit Schrägschliff ähnlich: Die Systemleistung, insbesondere bei CATV-Anwendungen, bei denen die Träger-Rausch-Verhältnisse (Carrier-To-Noise Ratio, CNR) direkt mit der Signalqualität in Verbindung stehen, wird durch verschmutzte Stecker erheblich herabgesetzt. Um sicherzustellen, dass beide Stecker ordnungsgemäß gereinigt wurden, muss ein einfacher Zugriff auf beide Stecker im Abschlusspanel möglich sein. Dieser Zugriff muss für die Stecker des Patchkabels und das Gerät bzw. den OSP-Stecker auf der Rückseite des Abschlusspanels gewährleistet sein. Durch den Zugriff auf diese Stecker darf keine erhebliche Reflexionsdämpfung in den angrenzenden Fasern entstehen.

Ein System, das einen einfachen Zugriff auf diese Stecker ermöglicht, zeichnet sich gegenüber einem System ohne direkten Zugriff durch weitaus geringere Betriebskosten und eine verbesserte Zuverlässigkeit aus. Folglich fallen bei einem ODF, das keinen direkten Zugang zum Reinigen der Stecker bietet, höhere Betriebskosten an, da der Techniker mehr Zeit zum Ausführen der Arbeiten benötigt. Außerdem können dadurch Verzögerungen bei der Implementierung von neuen Diensten oder bei der erneuten Einrichtung von bestehenden Diensten entstehen. Verschmutzte Stecker können auch die Langzeitzuverlässigkeit des Netzwerks gefährden, da sich Schmutz und sonstige Ablagerungen auf der Endfläche des Steckers ansammeln können und dadurch ein permanenter Schaden verursacht wird, der die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt.

Spleißen

Die andere Möglichkeit zum Verbinden von zwei Fasern wird als Spleißen bezeichnet. Beim Spleißen in der Glasfasertechnik handelt es sich um das physikalische Verbinden von zwei separaten Lichtwellenleitern mit dem Ziel einer hundertprozentigen Signalübertragung. Gespleißte Verbindungen sind als permanente, nicht neu konfigurierbare Verbindungen konzipiert. Gegenwärtig gibt es zwei grundlegende Spleißmethoden: Mechanisches Spleißen und thermisches Spleißen (siehe Abbildung 7).

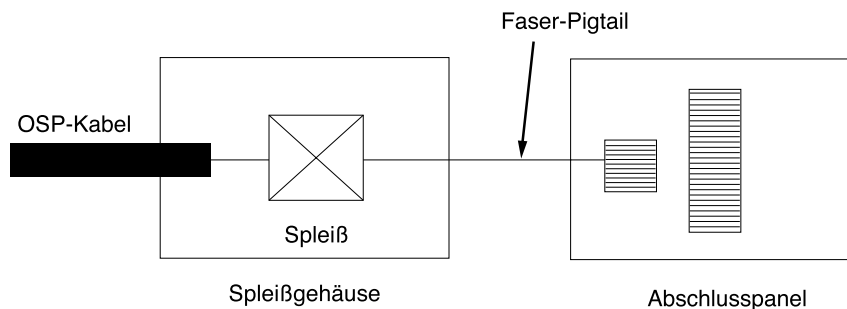


Abbildung 7. Faserspleiße

Beim mechanischen Spleißen wird eine Ausrichtungsvorrichtung verwendet, um die beiden Fasern in die gewünschte Ausrichtung zu bringen. Mechanische Spleiße weisen in der Regel einen Einfügedämpfungswert von $<0,15$ dB mit einem Reflexionsdämpfungswert von >35 dB auf. Bei dieser Spleißmethode wird ein Immersionsgel verwendet. Beim thermischen Spleißen werden die beiden Fasern im elektrischen Lichtbogen miteinander „verschweißt“. Thermische Spleiße haben üblicherweise einen Einfügedämpfungswert von $<0,05$ dB und Reflexionsdämpfungswerte von >55 dB. Unabhängig vom verwendeten Spleißtyp, müssen die Spleiße im ODF aufgenommen und geschützt werden können.

Der Spleißvorgang kann im ODF (Spleißen im Gestell) oder an einem Ort ausgeführt werden, in dessen Nähe die OSP-Kabel in das Gebäude geführt werden, beispielsweise im Kabelschacht (Spleißen außerhalb des Gestells). Dieses Thema wird nachstehend näher erläutert. Das Spleißgehäuse oder -panel bietet in beiden Fällen einen Ort, an dem alle Spleiße sicher und effektiv untergebracht werden können. Die einzelnen Spleiße befinden sich in einer Spleißkassette, in der zwischen 12 und 24 Spleiße untergebracht sind. Die Spleißkassetten befinden sich wiederum in einem Panel, das je nach Konfiguration zwischen 96 und 192 Spleiße enthält. Große Spleißgehäuse können in der Regel bis zu 864 Spleiße in einer Einheit aufnehmen. Zu den wichtigsten Merkmalen für das LWL-Management bei Spleißgehäusen/-panels zählen der Schutz des Biegeradius sowie der Schutz vor mechanischer Beschädigung.

Das LWL-Management im Spleißgehäuse/-panel und in der Spleißkassette ist von großer Bedeutung für die Langzeitzuverlässigkeit des LWL-Netzwerks sowie für die Möglichkeit, beliebige Spleiße neu zu konfigurieren oder neu zu strukturieren. Beim Verlegen der Fasern zwischen dem Eintrittspunkt des Gehäuses/Panels und der Spleißkassette muss eine ausreichende Kabelreserve zur Verfügung gestellt werden, die für die Techniker leicht zugänglich ist, damit die erforderlichen Spleißvorgänge ausgeführt werden können. Beim Zugriff auf eine Spleißkassette zum erneuten Spleißen bzw. zum Installieren von neuen Spleißen sollte der Techniker nur so wenig Fasern wie möglich verschieben müssen. Durch das Verschieben von in den Spleißkassetten geführten Fasern erhöhen sich der für die Spleißfunktionen erforderliche Zeitaufwand und die Ausfallwahrscheinlichkeit des Systems.

Für jede Spleißkassette muss eine ausreichende Faserüberlänge vorhanden sein, damit die Kassette problemlos zwischen 1 und 3 Meter vom Spleißpanel positioniert werden kann. Dadurch wird sichergestellt, dass der zuständige Techniker Arbeiten fachgerecht und in der richtigen Arbeitsumgebung ausführen kann. Wenn der Techniker nur mit Schwierigkeiten auf die Serivelänge für die Spleiße zugreifen kann, ist es u. U. möglich, dass eine andere Faser beschädigt wird. Außerdem besteht die Gefahr, dass der Techniker die entsprechenden Aufgaben möglicherweise nicht ordnungsgemäß ausführen kann. Der richtige Biegeradius muss auch in den Spleißkassetten beibehalten werden. Neben den bereits aufgeführten Problemen in puncto Faserbruch und Dämpfung wird der Spleiß durch eine scharfe Biegung in der Spleißkassette in der Nähe des Spleißes einer zusätzlichen Belastung ausgesetzt. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler im Spleiß auftritt. Mechanische und thermische Spleiße weisen eine höhere Ausfallwahrscheinlichkeit auf, wenn sie durch eine scharfe Biegung vor dem Spleiß zusätzlich belastet werden.

Aufnahme von Überlängen

Die meisten Probleme beim Kabelmanagement treten bei der Aufnahme von LWL-Überlängen auf. Die meisten Single Mode-Stecker sind bereits werkseitig abgeschlossen und als Patchkabel mit einer festgelegten Länge erhältlich. Allerdings sind nach dem Herstellen von Verbindungen immer gewisse Faserüberlängen vorhanden (siehe Abbildung 8). Während der Betriebsdauer des LWL-Netzwerks ist davon auszugehen, dass praktisch jede LWL-Schaltung nach einer bestimmten Zeit in einer gewissen Form neu konfiguriert wird. Bei den meisten Schaltungen sind die Abstände zwischen den Neukonfigurationen sehr lang, d. h. sie erfolgt ungefähr alle drei bis fünf Jahre. In dieser Zeit müssen die Fasern ordnungsgemäß geschützt werden, um eine Beschädigung im täglichen Netzwerkbetrieb zu vermeiden und die Langzeitzuverlässigkeit sicherzustellen. Die verlegten Fasern müssen auch leicht zugänglich sein, so dass Neukonfigurationen ausgeführt werden können, ohne dass Macrobending auf angrenzenden Fasern auftritt. Im System zur Aufnahme von Überlängen bleiben die Fasern für die längste Zeit. Außerdem besteht in diesem System die Gefahr, dass die Fasern beschädigt werden und der Biegeradius nicht beibehalten wird. Daher stellt dieses System zur Aufnahme von Überlängen den wichtigsten Faktor für die Netzwerkzuverlässigkeit und die Möglichkeit der Neukonfiguration dar. Dieses System muss flexible Aufnahmemöglichkeiten, einen permanenten Schutz für den Biegeradius und einen direkten Zugriff auf die einzelnen Fasern bieten.

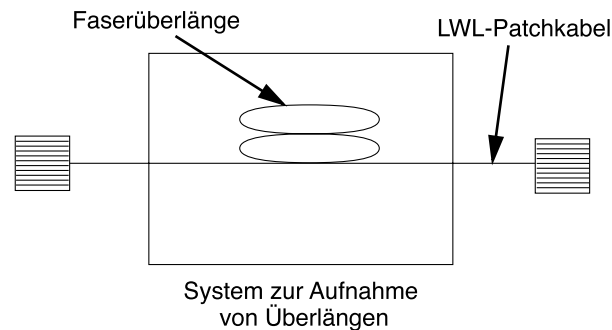


Abbildung 8. Systeme zur Aufnahme von Überlängen

Systeme zur Aufnahme von Überlängen sind in vielen Ausführungen und Konfigurationen erhältlich. Bei vielen Systemen werden die Fasern in offenen Kanälen oder vertikalen Kabelführungen gewickelt oder verdreht. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass der Biegeradius möglicherweise nicht beibehalten werden kann und der Zugriff auf die Fasern erschwert wird. Ein System mit einer Faserführung, die nicht gewickelt oder verdreht ist, gewährleistet einen optimalen Faserzugriff und einen minimalen Zeitaufwand für die Neukonfiguration des Netzwerks. In einem System, in dem die Fasern gewickelt oder verdreht sind, dauert es länger, Fasern nachzuverfolgen und zu entfernen, als in einem System ohne Wicklung oder Verdrehung, in dem die Wahrscheinlichkeit geringer ist, dass Macrobending auf einer angrenzenden Faser auftritt.

Die erhältlichen Single Mode-Stecker sind zuverlässiger und können einfach vor Ort installiert werden. Daher ist der Bedarf an Systemen zur Aufnahme von Überlängen nicht mehr so groß. Durch den Abschluss der Stecker vor Ort wird zwar der Kaufpreis des ODF verringert, allerdings erhöht sich der Kosten- und Zeitaufwand für die Installation. In Büros gibt es einen hohen Anteil an installierten Fasern, für die während der gesamten Betriebsdauer ein Aufnahmesystem erforderlich ist. Dies gilt jedoch nur dann, wenn sie nicht ersetzt werden. Davon ist jedoch aufgrund der damit verbundenen Kosten nicht auszugehen. Das verwendete ODF-System sollte über ein effektives System zur Aufnahme von Überlängen verfügen, das je nach den aktuellen Netzwerkanforderungen und Konfigurationen problemlos integriert bzw. weggelassen werden kann. Das System sollte ein Aufnahmesystem enthalten, um die Stecker zu berücksichtigen, die künftig vor Ort installiert werden können.

Aufnahme von optischen Geräten

Durch die Weiterentwicklung von Netzwerken und die neuen Technologien gewinnt auch die Fähigkeit an Bedeutung, optische Splitter, Wellenlängenmultiplexer (WDMs), Optoschalter und andere opto-mechanische Produkte zum ODF hinzuzufügen. Diese Geräte sollten einfach, sicher und effektiv in das ODF integriert werden können.

Der optische Splitter wird in CATV-Netzwerken eingesetzt. Dieses opto-mechanische Produkt ist für mehrere Knoten über einen Sender zuständig. Wenn dieses Gerät eingesetzt wird, können weniger Sender im Netzwerk verwendet werden. Dadurch werden die Systemkosten erheblich gesenkt. Splitter werden auch in lokalen und überregionalen Netzwerken eingesetzt, um eine nonintrusive (unterbrechungsfreie) Überwachung des Netzwerks zu ermöglichen. Mit diesem nonintrusiven Zugriff kann ein aktives Signal überwacht werden, ohne dass der Dienst unterbrochen oder umgeleitet werden muss. Dies hat den Vorteil, dass nicht alle Einrichtungen verwendet werden müssen. Außerdem wird dadurch der Zeitaufwand verringert, der zum Ausführen von Testverfahren und für die Problembehandlung erforderlich ist (siehe Abbildung 9).

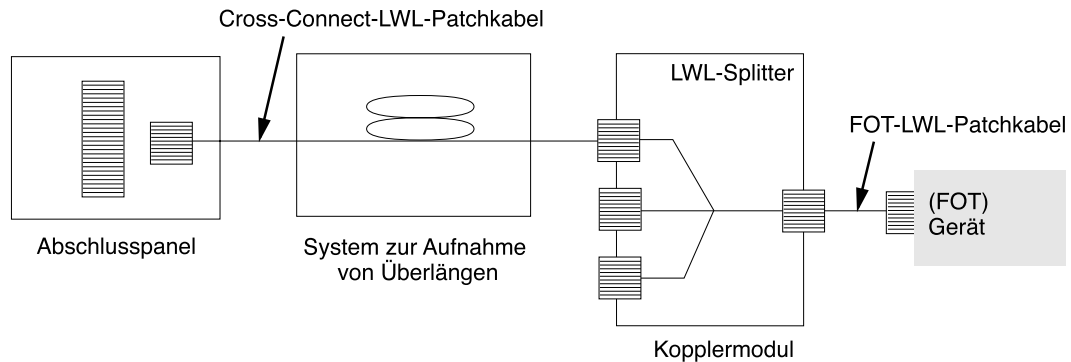


Abbildung 9. Integrieren von Optokopplern

WDMs werden eingesetzt, um die Bandbreite von installierten OSP-Fasern zu erhöhen. Beispielsweise kann mit einem 16-Kanal-DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexer) die Bandbreitenkapazität einer Einzelfaser mit 16facher Faltung erhöht werden. WDMs können auch in Verbindung mit OTDRs (Optical Time Domain Reflectometers) verwendet werden, um Außenbandtests auf aktiven Fasern auszuführen. Der Einsatz von OTDRs für Außenbandtests (Test auf einer Wellenlänge, Betrieb auf einer anderen Wellenlänge) ermöglicht eine sehr schnelle und effiziente Problembehandlung von LWL-Netzwerken. Außerdem können Probleme identifiziert werden, bevor sie sich nachteilig auf den Dienst auswirken können.

Optoschalter können zur Verwendung bei einem redundanten Pfadwechsel in das ODF integriert werden, so dass eine schnelle Umleitung von kritischen Netzwerken auf Ersatzeinrichtungen ermöglicht wird, ohne dass die gesamte Redundanz im Netzwerk aufgebaut werden muss.

LWL-Testgeräte können auch im ODF untergebracht werden, so dass Techniker problemlos auf das Gerät und die Testleitungen zugreifen können. Dadurch kann der Zeitaufwand für die Behandlung von Netzwerkproblemen und die Wiederherstellung verringert werden.

Seit der Einführung von optischen Komponenten, beispielsweise von Splittern und WDMs, steht die jeweilige Positionierung zur Debatte. In der Vergangenheit wurden Splitter und WDMs häufig in Spleißkassetten oder auf der Rückseite von Abschlusspanels untergebracht. Wenn die Techniker diese Komponenten jedoch in den Spleißkassetten spleißen müssen, werden die Installationskosten, der für das Initialisieren von Diensten erforderliche Zeitaufwand und die Fehlerwahrscheinlichkeit des Geräts oder angrenzender Fasern erhöht. Bei der Entscheidung, wo die optischen Komponenten untergebracht werden, sollten das Kabelmanagement und die Netzwerkflexibilität berücksichtigt werden. Diese Kriterien können am besten erfüllt werden, indem möglichst wenig neue Fasern in das ODF geführt werden.

Um beispielsweise einen optischen Splitter mit einem Verhältnis von 1:5 (siehe Abbildung 10) am Sender zu positionieren, müssen die entsprechenden 5 Fasern in das ODF geführt werden, in dem sich 5 Abschlüsse befinden. Angenommen, dieser Sender wird durch einen Sender ersetzt, der einen Splitter mit einem Verhältnis von 1:12 verwendet. Um diesen Splitter zu betreiben, müssen sieben Patchkabel erworben und vom ODF zum Sender beim FOT verlegt werden. Dies ist ein kosten- und zeitaufwendiger Vorgang, durch den sich die LWL-Patchkabel im Kabelführungssystem zwischen dem ODF und dem FOT-Endgerät stapeln. Dadurch wird die Neukonfiguration erschwert und die Ausfallwahrscheinlichkeit erhöht. Eine vergleichbare Situation mit anderen Konsequenzen tritt dann auf, wenn der neue Sender keinen Splitter verwendet. In diesem Fall wird nur eine Faser zwischen dem ODF und dem FOT benötigt. Wenn der Splitter hingegen im ODF untergebracht wird, braucht, unabhängig von der jeweiligen Splitterkonfiguration, immer nur ein Patchkabel vom ODF zum FOT-Endgerät geführt zu werden. Dies hat den Vorteil, dass nicht nur die Kosten der Erstinstallation des Netzwerks und die Kosten für die Neukonfiguration des Netzwerks gesenkt werden, sondern gleichzeitig auch die Zuverlässigkeit des Netzwerks verbessert wird.

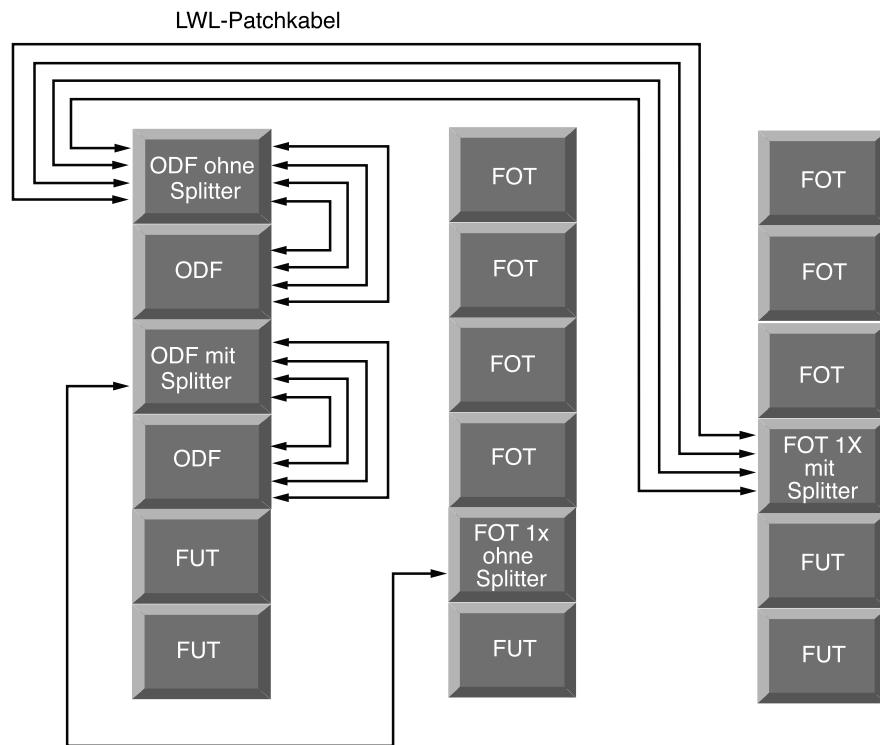


Abbildung 10. Einsatz von optischen Komponenten im Netzwerk

Bei LWL-Netzwerken mit integrierten DWDMs sind die Szenarien komplexer. Die Position der DWDM-Komponente hängt vom Typ des implementierten Systems und dem jeweiligen Aufbau des Büros ab. Als Beispiel wird ein aktives 16-Kanal-DWDM-System verwendet. Dieser Systemtyp schließt die Signalwiedergabe bei der richtigen Wellenlänge, das Multiplexing, die Überwachung und die Neugenerierung ein (Eingang von 16 Fasern bei einer beliebigen Wellenlänge und Ausgang einer Faser mit dem richtigen Wellenlängen-Multiplexing). Dieser Typ befindet sich in einem Gestell oder Schrank, wobei eine Einzelfaser zum ODF geführt wird. Wenn die Sender in diesem System, die sich an unterschiedlichen Punkten im Büro befinden, mit den richtigen Wellenlängen für das Multiplexing betrieben werden, dann ist es u. U. sinnvoll, den DWDM-Multiplexer und die passiven Komponenten des Demultiplexers im ODF zu platzieren.

Die optischen Komponenten oder die Einrichtungen, mit denen sie in das Faserverteilungssystem integriert werden, müssen in jedem Fall richtig geschützt werden. Zu den wichtigsten Aspekten bei diesen Geräten gehören der Schutz des Biegeradius sowie der Schutz vor mechanischer Beschädigung. Wenn die Verfahren des LWL-Managements beim Integrieren dieser Geräte ordnungsgemäß ausgeführt werden, verringern sich die Kosten der Netzwerkinstallation und der Neukonfiguration des Netzwerks, während gleichzeitig die Netzwerkzuverlässigkeit verbessert wird.

Interconnect- und Cross-Connect-Architekturen

Interconnect

Zu den ersten Überlegungen beim Konfigurieren eines ODF-Netzwerks gehört die Entscheidung zwischen Interconnect und Cross-Connect-Architekturen. Vergleichbar mit der Position von optischen Komponenten, wirkt sich auch diese Entscheidung erheblich auf die zukünftige Erweiterung, die Möglichkeiten für die Neukonfiguration, die Kosten sowie auf die Zuverlässigkeit des LWL-Netzwerks aus.

Bei der Interconnect-Architektur wird das OSP-Kabel an ein Pigtail mit einem vorhandenen Steckverbinder gespleißt, das wiederum an der Rückseite des Abschlusspanels abgeschlossen wird. Der Zugriff auf die OSP-Faser über ein Patchkabel wird über die Vorderseite ermöglicht. Das Patchkabel wird direkt über das FOT-Endgerät zum ODF geführt (siehe Abbildung 11).

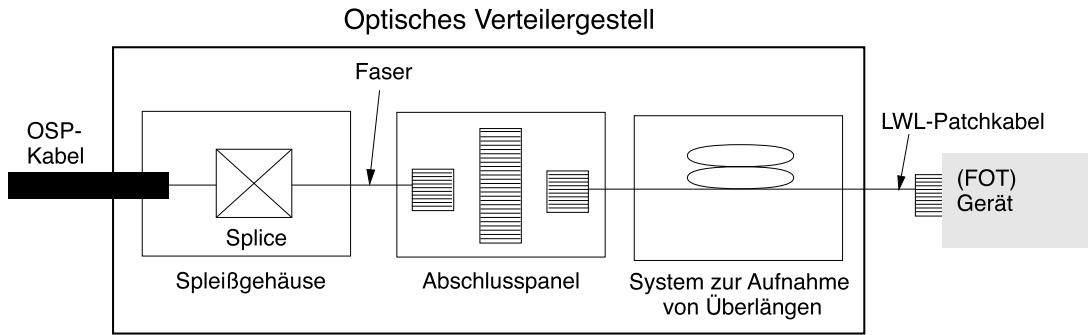


Abbildung 11. Interconnect-Signalfluss

In einer Interconnect-Architektur verfügt die FOT-Faser nicht über einen dedizierten Anschlussort. Wenn der Abstand zwischen dem ODF und dem FOT-Endgerätegestell sehr groß ist, d. h. > 5 Meter, kann die Neukonfiguration des Netzwerks schwierig sein. Wenn das Patchkabel vom FOT zum ODF nicht bis zum fernen Ende der Anordnung reicht, muss u. U. ein weiteres Patchkabel zwischen dem ODF und dem FOT verlegt werden. Je nach Büroaufbau, dem Zustand des Kabelkanalsystems und der Verfügbarkeit von Patchkabeln mit ausreichender Länge kann dieser Vorgang bei großen Büros zwischen 20 Minuten und 2 Wochen dauern (siehe Abbildung 12). Wenn ein Patchkabel und die entsprechende Faser verschoben werden, besteht die Gefahr, dass das Patchkabel beschädigt wird. Wenn das Patchkabel während der Neuverlegung beschädigt wird, muss ein neues Patchkabel installiert werden. Abhängig von der aktuellen Situation, erhöht sich dadurch der Zeitaufwand, der zur Initialisierung von neuen Diensten, zur Neukonfiguration von bestehenden Diensten oder zur Wiederherstellung von Diensten erforderlich ist. Dadurch erhöhen sich auch die Kosten für den Netzwerkbetrieb. Außerdem ist es möglich, dass sich dies nachteilig auf den Kundendienst auswirkt.

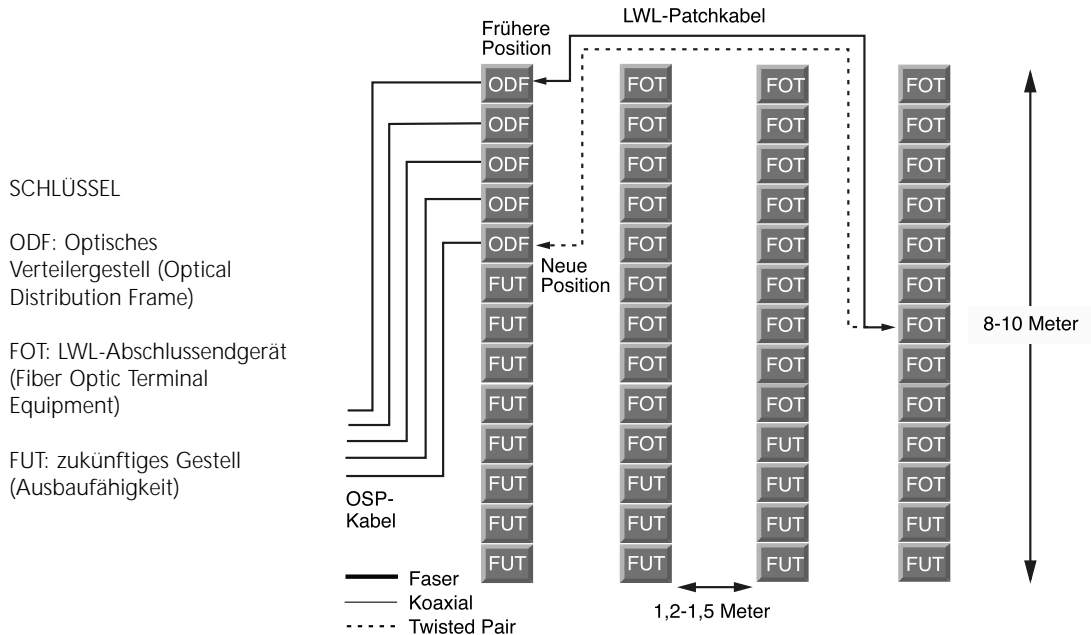


Abbildung 12. Interconnect-Netzwerk, Architektur des Gestells und Layout der LWL-Verkabelung

Das Problem, das relativ häufig bei Interconnect-Architekturen auftritt, ist das schlechte Kabelmanagement im Überlängenaufnahmebereich. In Interconnect-Architekturen wird das System zur Aufnahme von Überlängen häufig nicht ausreichend berücksichtigt. Dadurch wird eine große Anzahl von Fasern potentiellen Macrobending-Problemen ausgesetzt. Häufig wird der Biegeradius nicht beibehalten, und der Zugriff auf einzelne Fasern gestaltet sich als schwierig. Die Einführung von Steckern mit Abschluss vor Ort würde die Probleme bei der Aufnahme von Überlängen beseitigen. Dies bedeutet allerdings auch, dass für jede Neukonfiguration des Netzwerks ein neues Patchkabel zwischen dem ODF und dem FOT-Endgerät verlegt werden muss. Dadurch wird die Kabelführung zwischen den Gestellen noch weiter überladen, da die vorhandenen Fasern wahrscheinlich nicht entfernt werden. Außerdem erhöht sich der Zeitaufwand, der zur Neukonfiguration des Netzwerks erforderlich ist.

Die Interconnect-Architektur kann in Netzwerken, in denen nicht von einer Neukonfiguration des LWL-Netzwerks ausgegangen wird, eingesetzt werden. Wenn sich jedoch die Netzwerkanforderungen ändern, gewinnt die Fähigkeit, das Netzwerk effizient neu zu konfigurieren, zunehmend an Bedeutung. Durch die Tatsache, dass die FOT-Patchkabel nicht über einen dedizierten Abschlussort verfügen, gestalten sich Kennzeichnen und Aufzeichnen von Patchkabel als schwierig. Interconnect-Architekturen eignen sich in der Regel am besten für Systeme mit einer geringen Faseranzahl (<144 Fasern), in denen der Abstand zwischen dem ODF und dem FOT-Endgerät sehr kurz ist. Interconnect-Systeme können sich auch als kostengünstiger bei der Erstinstallation erweisen, die sehr platzsparend ausgeführt werden kann. Je häufiger sich ein Netzwerk ändert, desto mehr bietet sich eine Cross-Connect-Architektur an.

Cross-Connect

Eine Cross-Connect-ODF-Architektur bietet einen dedizierten Abschlusspunkt für die OSP-Fasern und die Fasern des FOT-Endgeräts. Die OSP- und FOT-Fasern werden über ein Cross-Connect-Patchkabel zwischen den beiden Anschlüssen auf der ODF-Vorderseite verlegt. Dies ermöglicht einen einfachen und kostengünstigen Zugriff auf die Netzwerkelemente und verbessert die Langzeitzuverlässigkeit des installierten LWL-Netzwerks (siehe Abbildung 13).

Eine Cross-Connect-Konfiguration bietet größtmögliche Flexibilität bei zukünftigen Neukonfigurationen des Netzwerks. Bei einer Neukonfiguration werden die gesamten Arbeiten über die Gestellvorderseite mit einem Patchkabel ausgeführt, das eine Länge von weniger als 10 Metern aufweist. Wenn dieses Cross-Connect-Patchkabel versehentlich während der Arbeiten beschädigt wird, kann das entsprechende Kabel problemlos durch ein anderes Patchkabel ersetzt werden. Dieses Verfahren ist jedoch nicht in einem Interconnect-Netzwerk möglich, in dem das neu zu verlegende Patchkabel an das FOT-Endgerät angeschlossen wird, das sich u. U. am anderen Ende des Büros befindet. Wenn eine entsprechende Überlängenaufnahme für das Cross-Connect-Patchkabel vorhanden ist, wird außerdem gewährleistet, dass das Netzwerk schnell neu konfiguriert werden kann, ohne dass eine Dämpfung auf den angrenzenden Fasern entsteht.

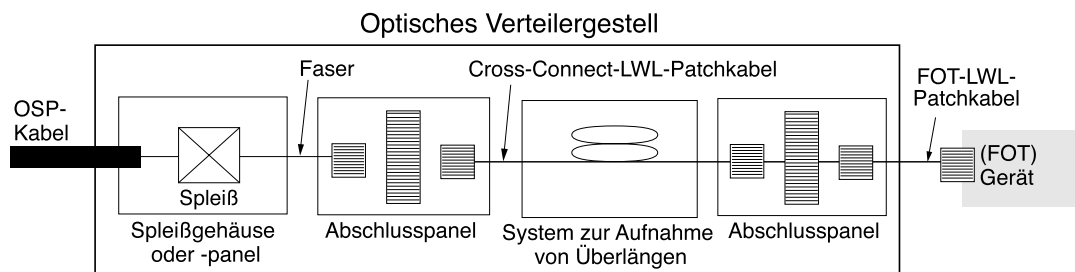


Abbildung 13. Cross-Connect-Signalfloß

Für ein ODF-System mit einem leistungsfähigen flexiblen System zur Aufnahme von Überlängen sind lediglich einige Patchkabel mit einer Standardlänge zur Verwendung bei Cross-Connect-Konfigurationen erforderlich. Wenn Patchkabel mit wenigen Standardlängen benötigt werden, ist es wesentlich einfacher und auch kostengünstiger, Ersatzkabel für den Notfall bereitzuhalten, als Cross-Connect-Patchkabel mit vielen unterschiedlichen Längen zur Verfügung zu stellen.

Bei der Erstinbetriebnahme eines Cross-Connect-Systems fallen ca. 40 % mehr Kosten an als bei einem vergleichbaren Interconnect-System, weil mehr Geräte benötigt werden. Für ein Cross-Connect-System ist, je nach Konfiguration, auch mehr Bodenfläche, ca. 30 % bis 100 %, erforderlich, da im ODF-Netzwerk mehr Abschlüsse erforderlich sind (siehe Abbildung 15). In den meisten OSP-Netzwerken dienen 50 % der Fasern als Ersatzfasern (Verhältnis 2:1 von OSP:FOT). Diese Fasern befinden sich in derselben Hülle wie die aktive Faser, werden allerdings nur dann verwendet, wenn der Stecker oder die Faser am fernen Ende beschädigt wurde. Die Neukonfiguration des Netzwerks zur Verwendung der Ersatzfasern erfolgt am ODF-Abschlusspanel. Durch den Einsatz von Cross-Connect bei diesem Konfigurationstyp erhöhen sich die Gerätekosten zwar um ca. 35 %, jedoch werden die Netzwerkflexibilität und die Möglichkeiten, das Netzwerk neu zu konfigurieren, erheblich verbessert.

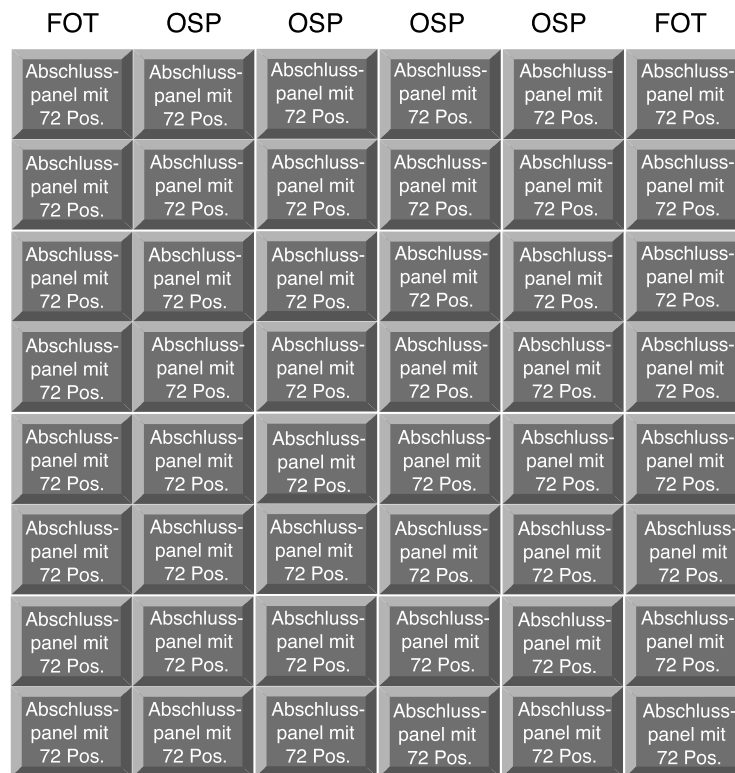


Abbildung 15. ODF-Cross-Connect-Konfiguration mit einem 2:1- Verhältnis von OSP:FOT

Das ODF-System sollte so konzipiert werden, dass Interconnect- oder Cross-Connect verwendet werden kann und beide Architekturen im selben System eingesetzt werden können. Diese Flexibilität ermöglicht ein Netzwerk, in dem Interconnect verwendet wird, jedoch gegebenenfalls auf Cross-Connect umgestellt werden kann, ohne vorhandene Geräte austauschen zu müssen.

Es hängt weitgehend vom jeweiligen ODF ab, wie einfach das Gerät eingesetzt und im Netzwerk installiert werden kann. In einem vollständigen Cross-Connect-ODF, in dem das FOT-Endgerät über eine dedizierte Position in einem Abschlusspanel verfügt, können die vorhandenen Geräte einfach über das Cross-Connect-Patchkabel für eine andere OSP-Faser neu eingesetzt werden. Der Zugriff auf dieses Patchkabel wirkt sich direkt auf die Kosten für die Neukonfiguration dieses Netzwerks aus. Im ODF sollte das ganze Cross-Connect-Patchkabel, einschließlich Kabelüberlängen, einfach entfernt werden können, so dass das Kabel problemlos neu verlegt werden kann. Der Zugriff auf diese Faser muss so erfolgen, dass keine zusätzliche Dämpfung auf einer der installierten aktiven Fasern entsteht.

Spleißen im Gestell und außerhalb des Gestells

Spleißen im Gestell

Im Folgenden wird das Spleißen im Zusammenhang mit dem ODF erläutert. Das Spleißen von OSP-Fasern zu einem Pigtail mit Steckverbinder, um den Zugriff über das Abschlusspanel auf die OSP-Fasern zu ermöglichen, kann über die folgenden Verfahren ausgeführt werden: Spleißen im Gestell und außerhalb des Gestells

Das Spleißen im Gestell wird im ODF ausgeführt (siehe Abbildung 16). Das Spleißen außerhalb des Gestells wird nicht im ODF, sondern in der Regel im bzw. in der Nähe des OSP-Kabelschachts durchgeführt.



ODF mit Spleiß und Abschlüssen in der Hauptniederlassung.
(3) Gestelle, Gesamtkapazität: 1080 Abschlüsse.

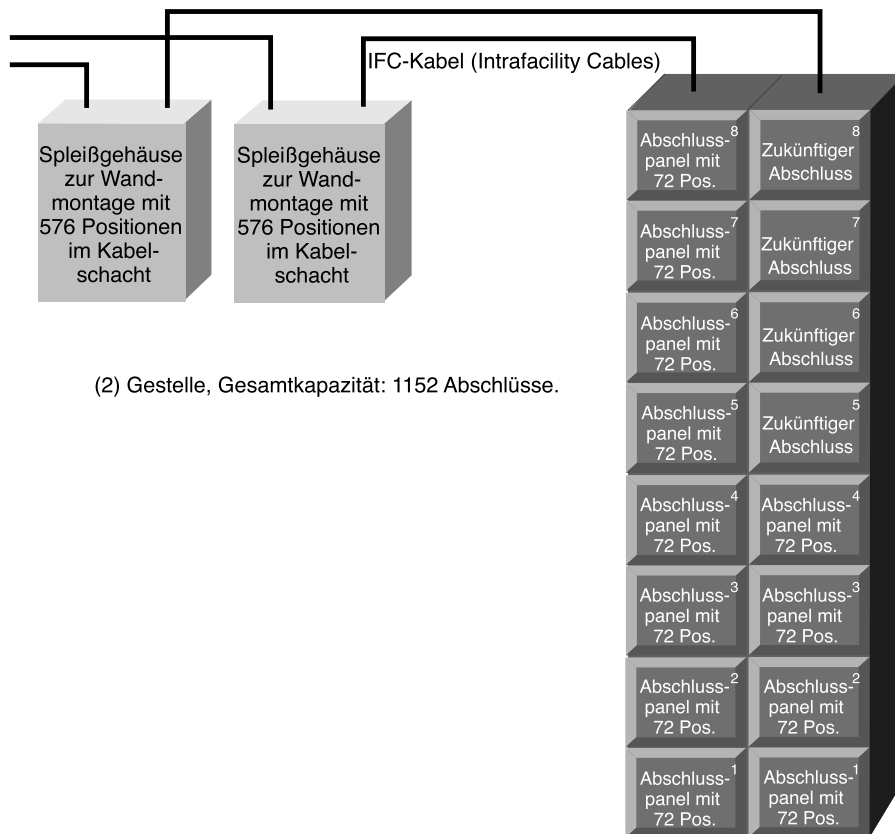
Abbildung 16. ODF-Layout für das Spleißen im Gestell

In den ursprünglichen LWL-Netzwerken wurde das Spleißen im Gestell ausgeführt, da die Anzahl der Fasern gering war. Das Spleißen im Gestell stellt jedoch noch immer eine kostengünstige Lösung für Netzwerke dar, die nicht zu viele Fasern (<432 Fasern) enthalten und deren zukünftige Erweiterung beschränkt ist. Diese Methode hat allerdings auch einige Nachteile. Die Anzahl der Anschlüsse in einem einzelnen Gestell wird durch das Spleißpanel begrenzt, so dass in der Regel maximal 432 Abschlüsse vorhanden sein können.

Ein weiterer Nachteil beim Spleißen im Gestell besteht im Zugriff auf das ODF. In der Regel sind verschiedene Organisationsgruppen für die Spleißfunktionen und die Kabelinstallation verantwortlich. Beim Spleißen im Gestell kann nur eine begrenzte Anzahl von Funktionen im LWL-Netzwerk ausgeführt werden. Wenn beispielsweise die Techniker die OSP-Fasern an die Pigtails spleißen, ist es nicht empfehlenswert, wenn die Betriebsgruppe gleichzeitig die Patchkabel im Rahmen verlegt. Dieser Konflikt kann zu Verzögerungen beim Initialisieren von Diensten sowie zu möglichen Planungskonflikten in puncto Zugriff auf das ODF führen. Dies hat zur Folge, dass Installationskosten und Ausfallwahrscheinlichkeit steigen. Wenn die Anzahl der OSP-Fasern zunimmt und nur eine begrenzte Bodenfläche zur Verfügung steht, bietet das Spleißen außerhalb des Gestells einige Vorteile gegenüber dem Spleißen im Gestell.

Spleißen außerhalb des Gestells

Bei dieser Spleißmethode werden die OSP-Fasern mit Pigtails nicht im Gestell, sondern an einem anderen Ort, beispielsweise im Spleißschacht, gespleißt. Der Spleißvorgang wird in einem Spleißgestell mit hoher Kapazität oder in einem Wandschrank ausgeführt (siehe Abbildung 17). Spleißschränke mit einer Kapazität von bis zu 864 Spleißen sind der Regelfall. Die Verbindung zwischen dem Spleißgehäuse und dem ODF erfolgt über ein IFC-Kabel (Intra Facility Cable) mit einem Steckverbinder an einem Kabelende. Das Ende mit dem Steckverbinder wird in ein Anschlusspanel geladen. Dieser Vorgang kann werkseitig oder vor Ort ausgeführt werden. Erfahrungsgemäß werden jedoch durch die werkseitige Implementierung die Gesamtkosten der Installation (einschließlich der Schulungskosten) und der für die Installation benötigte Zeitaufwand verringert. Außerdem wird dadurch die Zuverlässigkeit des Netzwerks erhöht. Je nach den im ODF verwendeten Abschlusspanels werden diese Abschlusspanel-/IFC-Verbindungen üblicherweise in Konfigurationen mit 72 oder 96 Fasern verwendet.



ODF mit Abschlüssen in der Hauptniederlassung.

Abbildung 17. ODF-Layout für das Spleißen außerhalb des Gestells



In Anwendungen mit vielen Fasern (über 432 eingehende OSP-Fasern) kann durch das Spleißen an einem entfernten Ort die Abschlussdichte im ODF so weit erhöht werden, dass die Anzahl der erforderlichen Gestelle verringert wird. Dadurch kann die Bodenfläche im Büro kostengünstiger genutzt werden. Außerdem steht somit mehr Fläche für eine zukünftig Netzwerkerweiterung zur Verfügung.

Durch das Spleißen außerhalb des Gestells wird auch die Flexibilität im Umgang mit eingehenden OSP-Kabeln erhöht. Heutzutage werden u. U. alle OSP-Kabel mit 48 Fasern beim Kunden durch das Netzwerk geleitet. Die meisten Spleißpanels für den Gestelleinbau sind mit einer Kapazität von 96 Spleißen oder anderen Vielfachen von 48 (insgesamt bis zu 192 Spleiße) erhältlich. Diese Panels funktionieren ordnungsgemäß, wenn die eingehenden OSP-Kabel während der gesamten Betriebsdauer des Netzwerks eine konsistente Größe aufweisen. Probleme treten dann auf, wenn ein LWL-Netzwerk im Büro integriert wird, das verschiedene Kabelausführungen enthält, beispielsweise eine Kombination aus 24, 72, 96 und 144 Faserkabeln. Das Abstimmen dieser Kabel mit den Spleißpanels auf der Grundlage einer Kapazität von 144 Fasern kann sich als schwierig gestalten und schließt in der Regel das Splitten der Untereinheiten eines Kabels zwischen den Spleißpanels ein. Für diesen Vorgang ist ein zusätzlicher Schutz für das Kabel erforderlich, um die Untereinheiten zu schützen. Andernfalls können sie leicht beschädigt werden. Diese Flexibilität bei der Auswahl und beim Verlegen von OSP-Kabeln kann mit einer dedizierten Spleißeinrichtung erreicht werden, z. B. einem Spleißgehäuse mit Wandhalterung, in dem 864 Spleiße mit einer beliebigen Kombination von OSP-Fasern untergebracht werden können.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass IFC-Kabel einfacher in einem Büro verlegt werden können als OSP-Kabel. OSP-Kabel zeichnen sich durch eine stärkere und stabilere Ummantelung als IFC-Kabel aus. OSP-Kabel sind u. U. mit Elementen aus Metall verstärkt, für die eine spezielle Erdung erforderlich ist, die in der Regel nicht in ODFs eingesetzt wird. Durch die Starrheit des OSP-Kabels ist es in jedem Fall schwierig, dieses Kabel in der Hauptniederlassung zu verlegen. Die Ummantelung eines IFC-Kabels ist wesentlich flexibler als die eines OSP-Kabels, jedoch robust genug, um ohne zusätzlichen Schutz in einem Büro verlegt zu werden.

Es wird oft behauptet, dass das Spleißen außerhalb des Gestells mit einem höheren Kostenaufwand verbunden ist als das Spleißen im Gestell, weil weitere Geräte für den Spleißort erforderlich sind und zusätzliche Kosten für das IFC-Kabel anfallen. Wenn jedoch ein System mit über 432 Fasern in einer Cross-Connect-Architektur in Betracht gezogen wird, sind die Kosten für ein vollständiges ODF-System mit der Möglichkeit zum Spleißen außerhalb des Gestells mit dem eines vollständigen Systems mit der Möglichkeit zum Spleißen im Gestell vergleichbar bzw. sogar geringer. Dies hat folgende Gründe: Das Spleißpanel wird aus dem ODF entfernt und die Anzahl der erforderlichen Gestelle reduziert.

Wenn die Anzahl der im Büro eingesetzten Gestelle verringert wird, steht mehr Platz für weitere Geräte im Büro zur Verfügung. Dadurch erhöht sich das Potential für weitere Einnahmen. Bei der Entscheidung, welches Spleißsystem eingesetzt wird, müssen die Anforderungen für ein Netzwerk mit einer langen Betriebsdauer berücksichtigt werden. Es ist möglich, dass bei einem Netzwerk, in dem das Spleißen im Gestell ordnungsgemäß ausgeführt wird, zukünftig eine Möglichkeit zum Spleißen außerhalb des Gestells benötigt wird. Das ODF-System sollte flexibel genug sein, damit das Spleißen im und außerhalb des Gestells integriert werden kann. Wenn das falsche Spleißsystem eingesetzt wird, reicht u. U. die vorhandene Bodenfläche nicht aus. Außerdem erhöhen sich dadurch Zeit- und Kostenaufwand für die Netzwerkinstallation, und die Langzeitzuverlässigkeit verringert sich.

Gestelle, Kanäle und Dichte

Gestellgröße und rückseitiger Zugriff

Die Entscheidung, ob 19- oder 23-Zoll-Gestelle oder ETSI-Gestelle bzw. -Schränke eingesetzt werden sollen oder der Zugriff auf das ODF über die Vorder- und die Rückseite oder nur über die Vorderseite erfolgen soll, hat gravierende Auswirkungen auf den Betrieb und die Zuverlässigkeit des ODF-Systems. Als Faustregel gilt Folgendes: In größeren Gestellen mit einem optimalen Zugriff können die Kabel besser verwaltet werden. Ein ODF in einem 19-Zoll-Gehäuse ohne rückseitigen Zugriff ist schwerer zugänglich und enthält weniger Komponenten für das LWL-Management als ein ODF in einem offenen 23-Zoll-Gestell mit Zugriff auf der Vorder- und Rückseite. Dieser eingeschränkte Zugriffsbereich und die fehlenden Komponenten für das LWL-Management wirken sich direkt auf die Flexibilität und die Möglichkeiten für die Neukonfiguration des LWL-Netzwerks aus. Außerdem wird dadurch die Langzeitzuverlässigkeit des LWL-Netzwerks gefährdet. Die Anforderungen an die Bodenfläche und bestehende Verfahren geben zwar Aufschluss über eine bestimmte Gestellkonfiguration, allerdings müssen die gesamten Auswirkungen auf das LWL-Management berücksichtigt werden.

Dediziertes Kabelführungssystem

Die Fasern, die vom ODF zum FOT-Endgerät geführt werden, müssen geschützt werden. Um einen ausreichenden Schutz zu bieten sowie zukünftige Erweiterungen und Möglichkeiten für die Neukonfiguration zu gewährleisten, sollten alle Fasern zwischen dem ODF und dem FOT-Endgerät in einem dedizierten Kabelführungssystem platziert werden. Daher sind die im ODF benötigten Komponenten für das LWL-Management auch im LWL-Kabelführungssystem erforderlich. Dieses Kabelführungssystem befindet sich in der Regel auf der unteren Ebene des zusätzlichen Gestells bzw. der Leitergestellreihe. Durch diese Position des Kabelführungssystems werden der Zugriff für die Installation und das Neuverlegen von Fasern vereinfacht. Das System befindet sich in einem Bereich des Büros, in dem Techniker häufig Arbeiten vornehmen. Daher muss das Kabelführungssystem dauerhaft und robust genug sein, damit die täglichen Arbeiten ausgeführt werden können. Beispielsweise können Techniker beim Installieren von Kupferkabeln oder Spannungsversorgungskabeln im Leitergestell in Berührung mit dem System kommen. Wenn das System nicht robust genug ist, um gegebenenfalls das Gewicht eines Technikers auszuhalten, ist die Integrität der gesamten Fasern im Kabelführungssystem in Gefahr. Ein auf eine lange Betriebsdauer ausgelegtes, ordnungsgemäß konfiguriertes Kabelführungssystem mit einem entsprechenden Kabelmanagement, insbesondere mit einem geschützten Biegeradius, erhöht die Netzwerkzuverlässigkeit. Außerdem können dadurch Installation und Neukonfiguration des Netzwerks schneller ausgeführt und vereinheitlicht werden.

Überlagerung im Kabelkanal

Eine Kabelüberladung kann mit einem Verkehrsstau verglichen werden. Wenn zu viele Fahrzeuge auf einer kleinen Straße unterwegs sind, kommt es zu einer Verkehrsstauung. Der Verkehrsfluss gerät ins Stocken, und die Unfallgefahr steigt. Die gleiche grundlegende Regel gilt für die Faserüberladung im Kanalsystem des ODF. Wenn zu viele Fasern durch einen Kanal geführt werden, ist es sehr schwierig, auf eine einzelne Faser zuzugreifen. Außerdem kann eine Faser leicht beschädigt werden. Dies kann dazu führen, dass sich die Netzwerkzuverlässigkeit verringert und der Zeitaufwand zur Neukonfiguration des Netzwerks ansteigt. Bellcore empfiehlt eine maximale Stapelung (d. h. Tiefe) von 50 mm (2 Zoll) für LWL-Kabel in vorhandenen horizontalen Kanälen. Es gibt auch Formeln, die zum Berechnen der maximalen Anzahl von Fasern, die sicher in einem vorhandenen Kabelkanal installiert werden können, verwendet werden können. Beispiel für eine Formel:

$$\text{Kanalkapazität} = \frac{1 - 0,5}{\pi \times (\text{Außendurchmesser des Kabels} / 2)^2} \times (\text{Kanalbreite}) \times (\text{Schaltdrahtstapelung})$$

Beispielsweise ergibt diese Formel bei einem 3-mm-LWL-Kabel, dass 7 Fasern pro Quadratzentimeter im Kanal möglich sind. Daher können in einem Kabelkanal mit einer Breite von 12,7 cm bis zu 440 LWL-Kabel mit 3mm Durchmesser untergebracht werden. Durch diese Vorgaben wird sichergestellt, dass die LWL-Kabel immer zugänglich sind und die Langzeitzuverlässigkeit des Netzwerks aufrecht erhalten wird.

Zukünftige Erweiterungen

Das ODF-System, das in einem Büro platziert wird, sollte so ausgelegt sein, dass zukünftige Netzwerkanforderungen realisiert werden können. Diese Anforderungen schließen das Hinzufügen von weiteren Fasern und neuen Produkten ein, z. B. von Splittern, WDMs, Optoschaltern und zukünftigen Neuentwicklungen. Durch das Hinzufügen von neuen Panels, z. B. von Spleiß-, Abschluss-, Aufnahmepanels oder anderen Panels, dürfen die installierten Fasern nicht beschädigt oder verschoben werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Netzwerkzuverlässigkeit erhalten bleibt. Außerdem können neue Dienste schnell und kostengünstig implementiert werden. Dank der Möglichkeit, Geräte nach Bedarf hinzuzufügen, kann das ODF entsprechend der zunehmenden Netzwerkanforderungen erweitert werden. Dadurch werden die Kosten für die Erstinstallation des Netzwerks gesenkt, während gleichzeitig das Ausfallrisiko verringert wird.

Auswirkungen von höherer Dichte

Hersteller entwickeln ODFs mit hoher Dichte, um eine zunehmende Anzahl von Abschlüssen in einen immer kleiner werdenden Bereich zu integrieren. Eine hohe Abschlussdichte benötigt zwar weniger Bodenfläche, allerdings müssen die Gesamtkosten dieser erhöhten Dichte berücksichtigt werden. Ein ODF mit einer hohen Dichte entspricht nicht unbedingt einem Potential für eine höhere Faseranzahl. Der Schwerpunkt muss auf ein System mit leistungsstarken Kabelmanagement-Komponenten gelegt werden, das so flexibel ist, dass die Anforderungen für eine zukünftige Erweiterung einbezogen werden können, während gleichzeitig ein einfacher Zugriff auf das installierte LWL-Netzwerk gewährleistet wird.



Spezifizieren von Systemen für das LWL-Management: Kostenpunkt und Nutzen

Um die Betriebskosten gering zu halten, setzen Dienstleister weltweit zunehmend Systemintegratoren für die Installation von Netzwerken ein. Bei diesem Verfahren müssen sich die Techniker des Dienstleisters nicht mit der Installation des Netzwerks auseinandersetzen, sondern können sich auf den Betrieb und die Wartung konzentrieren. Dieses Verfahren beinhaltet jedoch auch ein Risiko. Die Entscheidung über den Erwerb des LWL-Management-Systems obliegt nicht mehr den Technikern des Dienstleisters, sondern dem Hauptvertragspartner für die Systemintegration. Dabei werden die Komponenten für das LWL-Management der Faserverteilungssysteme in der Regel nicht spezifiziert. Dies kann dazu führen, dass die installierten Geräte nicht über wichtige Komponenten oder Funktionalitäten verfügen. Aufgrund dieser fundamentalen Bedeutung für eine geeignete Kabelverwaltung im ODF muss der Dienstleister die grundlegenden Anforderungen für ein LWL-Managementsystem angeben. Es gibt verschiedene Spezifikationen nach Industriestandard, die Dienstleister beim Verfassen von Spezifikationen für die entsprechenden LWL-Managementsysteme unterstützen können. Zu diesen Spezifikationen gehören:

- Bellcore Generic Requirements and Design Considerations for Fiber Distributing Frames GR-449-CORE, 1. Ausgabe, März 1995.
- Network Equipment Building System (NEBS) Generic Equipment Requirements, TR-NWT-000063

Relative Kosten und tatsächlicher Nutzen des LWL-Managements

Beim Vergleich der Anschaffungskosten für ein typisches LWL-Management-System mit den Gesamtkosten für die Installation eines vollständigen Netzwerks wird klar, dass das LWL-Managementsystem nur einen geringen Prozentsatz bei den Gesamtkosten des Netzwerks einnimmt. Bei einem SDH-Projekt mit einem Kostenpunkt von 30 Mio. US Dollar, das SDH-Geräte, Geräte für das LWL-Management, OSP-Faserkabel sowie eine vollständige Installation und Initialisierung beinhaltet, belaufen sich die Kosten für das ODF-Gerät nur auf ca. 1 bis 2 % der gesamten Netzwerkkosten. Diese Kosten hängen jedoch von der jeweiligen Konfiguration und der Faseranzahl ab. Die Geräte für Twisted Pair- oder Koaxialkabel sind nicht in den Projektkosten enthalten. Wenn das LWL-Managementsystem als Bestandteil des gesamten Netzwerks, einschließlich der Kupfer- und Koaxialteile, einbezogen wird, betragen die Kosten weniger als 0,1 % der gesamten Netzwerkkosten.

Die Kosten für das LWL-Management sind zwar im Hinblick auf die Gesamtkosten des Systems gering, allerdings handelt es sich hierbei um den Bereich, durch den alle Signale im LWL-Netzwerk geleitet werden. Und das ist genau der Bereich, in dem die zukünftige Flexibilität und Verwendbarkeit des LWL-Netzwerks beeinflusst werden kann. Die Qualität des LWL-Managementsystems ist entscheidend für die Netzwerkzuverlässigkeit und die Kosteneffizienz des Netzwerkbetriebs. Dennoch ist der Kaufpreis oft ein wichtiges Entscheidungskriterium. Die Anschaffungskosten sind jedoch nur ein Teil der Gesamtbetriebskosten. Diese Kosten geben keinen wirklichen Aufschluss über die anderen Faktoren, die in die Realkosten einfließen, beispielsweise die Netzwerkzuverlässigkeit und Möglichkeiten für die Neukonfiguration. Durch einen Unterschied von 15 % bei den Kosten für das LWL-Managementsystem können die Gesamtkosten für das Netzwerk zwar geringfügig gesenkt, dadurch allerdings erhebliche Umsatzverluste und höhere Betriebskosten verursacht werden.

Bei der Kaufentscheidung für ein LWL-Managementsystem sollte der Schwerpunkt auf ein kostengünstiges System gelegt werden, das ein optimales Kabelmanagement, Flexibilität und Erweiterungsmöglichkeiten bietet. In anderen Worten: Mit dem richtigen LWL-Managementsystem wird die Langzeitzuverlässigkeit des LWL-Netzwerks gewährleistet, während eine einfache Neukonfiguration ermöglicht wird und die Betriebskosten auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Schlussfolgerung

Im zunehmenden Konkurrenzkampf in den Telekommunikationsmärkten zeichnet sich ein erfolgreicher Dienstleister durch geringe Kosten, hohe Bandbreite, Flexibilität und Zuverlässigkeit aus. Diese Eigenschaften können durch LWL-Netzwerke realisiert werden. Die Vorteile von LWL-Netzwerken können jedoch nur dann genutzt werden, wenn die Kabel ordnungsgemäß verwaltet werden. Durch die scheinbar günstigsten Ansätze für das LWL-Management kann jedoch im Laufe der Zeit ein Bumerangeffekt verursacht werden. Dies bedeutet möglicherweise, dass die langfristigen Kosten erheblich ansteigen und die Zuverlässigkeit abnimmt. Ein leistungsfähiges LWL-Managementsystem hingegen ermöglicht es den Anbietern, alle Vorteile von LWL-Kabeln zu nutzen und ein äußerst rentables Netzwerk zu betreiben. Bei diesem System wird der Biegeradius beibehalten, die Kabelführungspfade sind eindeutig definiert, die Fasern leicht zugänglich und das LWL-Netzwerk wird vor mechanischer Beschädigung geschützt.



Die ADC-Lösung für das LWL-Management

LWL-Management — LWL-Gestelle von ADC

Die LWL-Gestellsysteme von ADC bieten eine unübertroffene Funktionalität und Flexibilität. Bei den LWL-Gestellen von ADC handelt es sich um modulare, zentralisierte Punkte für LWL-Abschlüsse, Spleißvorgänge, Kabelüberlängenaufnahmen und passive optische Komponenten wie Splitter oder WDMs. Ein zentralisiertes LWL-Gestellsystem bietet ein flexibleres Netzwerk, das problemlos neu konfiguriert werden kann, um neue Einnahmequellen einzubringen oder bestehende Kunden in das neue Netzwerk zu integrieren. Außerdem ist es kostengünstig. Mit dem hervorragenden Kabelmanagement der LWL-Gestelle von ADC kann ein Netzwerk mit hoher Qualität verwaltet werden, in dem sichergestellt wird, dass die LWL-Kabel ordnungsgemäß geschützt, verlegt, geschützt und einfach zugänglich sind. Die richtige Kabelführung gewährleistet auch die maximale Betriebsdauer der im Gestell eingesetzten Glasfaserkabel. Wenn der richtige Biegeradius beibehalten wird, ist die Wahrscheinlichkeit geringer, dass Fasern beschädigt werden. Außerdem wird deren Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt. Dies reduziert Umsatzverluste aufgrund von Dienstaussfällen und minimiert die Betriebskosten für Wartungsarbeiten sowie den Austausch von Fasern.

LWL-Gestelle von ADC — Die Komplettlösung

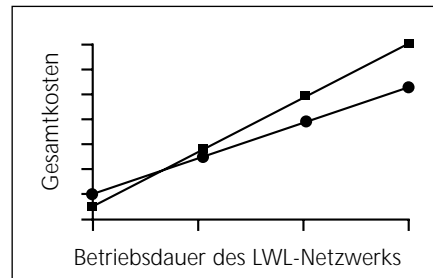
Die LWL-Gestelle von ADC sind als Komplettlösung für das gesamte LWL-Netzwerk konzipiert. Wenn Sie die LWL-Gestelle von ADC mit anderen LWL-Gestell-Konzepten vergleichen, stellt sich während der Betriebsdauer des LWL-Netzwerks heraus, dass die LWL-Gestelle von ADC zu den kostengünstigsten Lösungen für die Verwaltung des LWL-Netzwerks zählen.

- **Jährliche Wartungskosten**
Wenn das ADC-Glasfaserverteilergerüst in einem zentralisierten LWL-Netzwerk eingesetzt wird, können die Kosten für die jährliche Wartung gering gehalten werden. Das ausgezeichnete Kabelmanagement von ADC bietet Schutz für den Biegeradius, eindeutig definierte Kabelführungspfade sowie Schutz der Fasern vor mechanischer Beschädigung. Die Gestelle wurden so konzipiert, dass die von Technikern auszuführenden Arbeiten problemlos ausgeführt werden können und die LWL-Kabel geschützt sind. Dadurch verringern sich die Kosten für den Arbeitsaufwand und den Austausch von Kabeln.
- **Kosten durch Dienstaussfälle**
Wenn beispielsweise mit einer einzelnen T1-Leitung ungefähr 12.000 US Dollar pro Jahr erzielt werden können und eine Einzelfaser, die auf einer OC-12-Ebene betrieben wird, für 336 T1-Schaltungen zuständig ist, wirkt sich ein Dienstaussfall erheblich auf den Endgewinn aus. Die Signalintegrität und der Schutz der Fasern vor mechanischer Beschädigung sind oberstes Gebot für ADC. Dadurch wird eine robuste Infrastruktur bereitgestellt, die eine optimale Zuverlässigkeit für den Kunden bietet.
- **Kosten durch Abwanderung von Kunden**
Je häufiger Ausfälle auftreten, durch die der Dienst beeinträchtigt wird, desto eher ist es möglich, dass unzufriedene Kunden zu einem anderen Dienstleister wechseln. Ihre Wettbewerbsfähigkeit wird durch eine größere Kundenzufriedenheit gesteigert. Mit den LWL-Gestellen von ADC können die Dienstaussfälle auf ein Mindestmaß reduziert werden.
- **Kosten durch fehlende Herstellerunterstützung in Notfällen**
Welche Folgen kann es bei unvorhergesehenen Umständen haben, wenn der Hersteller keine Unterstützung für Notfälle rund um die Uhr anbietet? ADC bietet einen Dienst für Notfälle rund um die Uhr an. Für Dienstaussfälle steht ein administrativer sowie ein technischer Support zur Verfügung.

- ADC FDF
- ANDERE

Anschaffungskosten
 + Jährliche Wartungskosten/ Ersatzgeräte
 + Kosten durch Dienstausfälle
 + Kosten durch die Abwanderung
 des Kundenbestands
 + Kosten durch fehlende
 Herstellerunterstützung

 = Gesamtkosten



Das ADC-Glasfaserverteilergestellsystem. Die Komplettlösung für Ihr gesamtes LWL-Netzwerk.

Bei dieser Entscheidung geht es nicht nur um den einfachen Erwerb eines Geräts. Dieser Erwerb ist vielmehr für die Netzwerkzuverlässigkeit, die Wartung und die Rentabilität entscheidend.



Website: www.adc.com

Aus Nordamerika gebührenfrei: 1-800-366-3891, Ext 63475 • Außerhalb von Nordamerika: 001-952-938-8080. Fax: 001-952-946-3292.
 Eine vollständige Liste der globalen Vertriebsbüros von ADC können unserer Website entnommen werden.

ADC Telecommunications, Inc., P.O. Box 1101, Minneapolis, Minnesota USA 55440-1101.

Die hier veröffentlichten technischen Daten besitzen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments Gültigkeit. Da ADC ständige Produktverbesserungen vornimmt, sind technische Änderungen vorbehalten. Falls Sie Informationen zu den aktuellen technischen Daten unserer Produkte wünschen, wenden Sie sich an unsere Firmenzentrale in Minneapolis. Da das Patent-Portfolio für ADC Telecommunications, Inc. ein wichtiges Gesellschaftsvermögen darstellt, setzt das Unternehmen seine Patentansprüche nachhaltig durch. Die hierin enthaltenen Produkte oder Funktionen können ein oder mehrere Patente in den USA oder in anderen Ländern besitzen.

