

Für klare Sicht sorgen

Empfohlene Maßnahmen für Glasfaserverkabelungen: Inspektion und Reinigung sind das A und O

Doug Vandenberg

Schon seit Jahrhunderten ist es ein guter Brauch, optische Instrumente regelmäßig zu inspizieren und zu reinigen, damit das Licht ungehindert ein- und austreten kann. Auch bei den modernen Glasfaserverkabelungssystemen sind die Pflege und die Reinlichkeit der optischen Komponenten wichtig.

An und für sich ist es nichts Neues, dass Glasfaserkonnektoren inspiziert und gereinigt werden müssen, aber es wird immer wichtiger, weil Verbindungen mit wachsenden Datenraten immer kleinere Dämpfungsbudgets mit sich bringen. Da die Grenzen für den Gesamtlichtverlust immer enger gesteckt sind, muss auch die Dämpfung durch Adapter geringer werden. Die Voraussetzungen hierfür sind eine ordnungsgemäße Inspektion und bei Bedarf eine gründliche Reinigung.

Grundlagen zu Glasfaserverkabelungen

Glasfaserverkabelungen übertragen Lichtimpulse zwischen Sendern und Empfängern. Diese Impulse entsprechen den übermittelten Daten über das Kabel. Eine erfolgreiche Datenübertragung setzt voraus, dass das Licht am anderen Kabelende noch so stark ist, dass es einwandfrei gemessen werden kann. Lichtverluste entlang einer Glasfaserverbindung können auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sein; dazu gehören beispielsweise die Kabeldämpfung, Fusionsspleiße, Makrobiegungen sowie Verluste an Adaptern, bei denen Endflächen aufeinander treffen.

In Netzwerken mit geringeren Datenraten und kürzeren Strecken sind die Dämpfungsbudgets möglicherweise groß

Doug Vandenberg, Product Marketing Manager für Glasfaserinstallationsprodukte, Fluke Networks

Störquelle Nummer eins bei Glasfasern: ihre Endflächen. Bei Schmutz, Kratzern und Feuchtigkeitfilmen auf ihrer Oberfläche schwinden all die Vorteile, die eine Glasfaser hat: ihre hohe Übertragungsgüte



genug, um auch bei einer erheblichen Dämpfung über die gesamte Verbindung zu gewährleisten, dass die Verbindung einwandfrei funktioniert. Bei strukturierten Verkabelungen jedoch werden immer größere Bandbreiten verlangt. Wenn Glasfaserverbindungen wachsende Datenraten bewältigen müssen, werden die Dämpfungsbudgets entsprechend immer kleiner. Daher ist es wichtig, alle Verlustquellen auf ein Minimum zu reduzieren.

Störungsquelle Nummer eins – verschmutzte Flächen

Ein Glasfasernetz kann zwar aus verschiedenen Gründen ausfallen, aber verschmutzte und beschädigte Endflächen

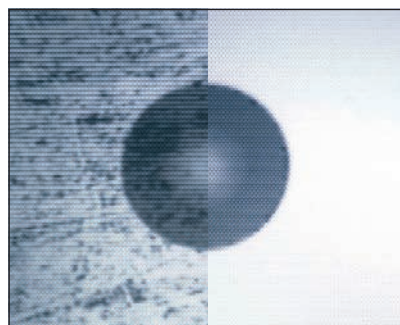


Bild 1, linke Bildhälfte: typische Schmutzpartikel an Glasfaserenden, Ansicht über einen Bildschirm eines Faserprüfgeräts. Rechte Bildhälfte: So sieht eine »reine« Endfläche einer Faser aus

gehören zu den am stärksten unterschätzten Gefahrenquellen (Bild 1). Das ging aus einer von Fluke Networks in Auftrag gegebenen Umfrage hervor. Die Umfrage ergab, dass 85 % der Ausfälle auf verunreinigte Endflächen zurückzuführen sind (Bild 2). Dies ist überraschend, weil sich das Problem eigentlich leicht vermeiden ließe. Doch diese wichtige Fehlerquelle wird häufig nicht gebührend beachtet.

Worauf man achten sollte und wann

Zur sachgerechten Beurteilung des Zustands von Endflächen müssen Netzwerktechniker wissen, was zu beachten ist. Es gibt zwei Problemquellen, die Verluste verursachen, wenn das Licht eine Endfläche verlässt und in eine andere Endfläche in einem Adapter eintritt: Schmutzablagerungen und Beschädigungen.

Schmutzablagerungen

Verunreinigungen können durch eine Vielzahl von Ablagerungen hervorgerufen werden, z. B. Staubpartikel, Öle und Puffergel. Allein schon bei der Berührung der Endflächen-Ferrule bleiben Fingerabdrücke mit zu hohem Fettanteil zurück. Staub und kleine statisch aufgeladene Partikel schweben umher und können sich an einem freiliegenden Ende festsetzen. Dies gilt insbesondere für

Standorte, die sich mitten in einem Umbau oder einer Renovierung befinden. In neuen Installationen können Puffergel und Schmieröl leicht auf eine Endfläche geraten.

Ironischerweise tragen ausgerechnet Schutzkappen (oder »Staubschutzkappen«) in hohem Maß zu Schmutzablagerungen bei. Diese Kappen werden in Hochgeschwindigkeitsverfahren gefertigt, bei denen ein Gleitmittel zum Einsatz kommt, das die Endflächen verunreinigt, sobald sie damit in Berührung kommen. Wenn die Kunststoffkappen altern, zerfallen außerdem die Weichmacher. Beim Ausgasen werden Rückstände abgelagert. Auch umherfliegende Staubpartikel können in die Schutzkappen gelangen und bis zu den Endflächen vordringen, wenn die Kappe auf eine Ferrule gedrückt wird. Fälschlicherweise geht man häufig davon aus, dass die Endflächen makellos sind, wenn Patchkabel oder vorkonfektionierte Anschlusskabel aus einem versiegelten Beutel genommen und die Schutzkappen nicht entfernt werden.

Bei der Inspektion der Endflächen sollte sichergestellt werden, dass keine Schmutzablagerungen zu sehen sind. Absolute Sauberkeit ist vor allem beim Glasfaserkern sowie beim Mantel wichtig. Schmutzpartikel auf der Ferrule (also außerhalb der Endfläche) können jedoch in den Kern geraten, wenn die Faser in eine Stecker-Buchsen-Kombination integriert oder berührt wird. Daher sollten alle sichtbaren Verschmutzungen nach Möglichkeit entfernt werden.

Beschädigungen

Es wird dringend davon abgeraten, zuerst alle Stecker-Buchsen-Verbindungen herzustellen und dann nur diejenigen zu inspizieren, bei denen ein Fehler auftritt. Durch Schmutzpartikel innerhalb einer Stecker-Buchsen-Verbindung können dauerhafte Schäden entstehen. Der einzige Ausweg wäre eine kostspielige und zeitaufwändige Neukonfektionierung bzw. der Austausch der vorkonfektionierten Verbindungen.

Schäden machen sich in Form von Kratzern, Vertiefungen, Rissen oder Splitterungen bemerkbar. Derartige Defekte an den Endflächen weisen möglicherweise auf eine unsachgemäße Konfektionierung oder Stecker-Buchsen-Verunreinigungen hin. Der Schaden muss unabhängig von der Ursache in Augenschein genommen werden, damit entschieden werden kann, ob Gegenmaßnahmen einzuleiten sind.

Einige Beschädigungen können ignoriert oder behoben werden. An bis zu 5 % der Außenkante der Glasfaser kann der Mantel – häufig als Ergebnis des Polierprozesses – gesplittert sein. Splitter am Kern sind jedoch inakzeptabel. Bei Kratzern oder übermäßigen Epoxi-Ausblutungen genügt es oft, mit feinem Läpppapier nachzupolieren. Ist die Endfläche gesprungen oder gebrochen, bleibt Ihnen nichts anderes übrig, als die Glasfaser neu anzuschließen.

Alle Endflächen sollten grundsätzlich vor dem Einfügen inspiziert werden. Wenn ein Konnektor mit einem Geräteanschluss verbunden wird, ist auch eine Inspektion des Anschlusses erforderlich. Es ist nicht sinnvoll, eine Verbindung nur einseitig zu inspizieren, da eine Verunreinigung in einem Anschluss nicht nur Schäden hervorrufen, sondern auch auf den einge-

steckten Konnektor übertragen werden kann. Allzu häufig werden Geräteanschlüsse als Verunreinigungsquelle für Testkabel übersehen.

Inspektionsverfahren

Für die Inspektion der Endflächen von Glasfaserverkabelungen wurden schon immer Mikroskope eingesetzt. Ursprünglich wurden Benchtop-Stereomikroskope an die Anforderungen in Fertigungsumgebungen angepasst. Im Lauf der Zeit entwickelte man neue, aufgabenspezifische Mikroskope. Diese Geräte sind wesentlich handlicher und eignen sich für den Gebrauch im Netzwerkschrank oder im Außendienst (Bild 3).

Mikroskope lassen sich in zwei Grundkategorien einteilen:

- optische Mikroskope und
- Videomikroskope.

Optische Mikroskope enthalten ein Objektiv und ein Okular, sodass man die Endfläche direkt durch das Gerät betrachten kann. Heutzutage gehören diese tonnenförmigen Mikroskope zur Grundausstattung jedes Konfektionierungs-Kits. Sie dienen zur Inspizierung von Patchkabeln im Rahmen der Fehlerbehebung.

Der größte Vorteil dieser Mikroskope ist ihr Preis – sie stellen die weitaus kostengünstigste Methode zur detaillierten Betrachtung von Endflächen dar. Allerdings haben sie den Nachteil, dass Endflächen nur von außen inspiziert werden können. Sie können weder Kupplungen durchdringen noch in Geräte hineinblicken. Daher werden diese Mikroskope auch häufig als »Patchkabel-Mikroskope« bezeichnet.

Videomikroskope enthalten sowohl eine optische Sonde als auch ein Display zur Anzeige des von der Sonde erfassten Bildes. Die Sonden sind so winzig, dass sie selbst in schwer erreichbare Winkel vordringen können. Die angezeigten Bilder lassen sich vergrößern, um die Identifizierung von Schmutzablagerungen und Beschädigungen zu erleichtern.



Bild 2: Die Hauptursache für Ausfälle von Glasfaserverbindungen sind Schmutzablagerungen. Mithilfe von speziellen Tupfern in der richtigen Größe können Anschlüsse innen gereinigt werden. So lässt sich eine Problemquelle ausschalten, die häufig übersehen wird

Da der Mikroskopbenutzer die Endflächen nicht direkt betrachtet, sondern lediglich ein Bild auf einem Bildschirm, ist eine Gefährdung des Augenlichts durch schädliche Laserstrahlen ausgeschlossen.

Wichtige Aspekte bei der Mikroskopauswahl

Bei einem Mikroskop kommt es vor allem darauf an, was der Anwender damit sieht. Beispielsweise geht es bei der Glasfaserinspektion darum, selbst die geringsten Schmutzablagerungen und Beschädigungen innerhalb eines kritischen Bereichs vollständig zu erkennen.

- Als Erstes müssen Sie die kleinstmögliche Verunreinigung bzw. den kleinstmöglichen Defekt identifizieren, der das System beeinträchtigen kann. Man bezeichnet das kleinste Objekt, das ein Mikroskop erkennen kann, als Erkennungsfähigkeit des Geräts.

- Der zweite Aspekt, auf den Sie bei der Auswahl eines Mikroskops achten sollten, ist ein möglichst großes Sichtfeld bei gleich bleibender Erkennungsfähigkeit. Im Idealfall sollten Sie möglichst viel von der Oberfläche sehen, ohne dabei an Erkennungsfähigkeit einzubüßen. Da die Verbesserung der einen Eigenschaft eine Verschlechterung der anderen nach sich zieht, gilt es, einen möglichst annehmbaren Kompromiss zu finden.

Wenn also die Erkennungsfähigkeit und das Sichtfeld die beiden wichtigsten Aspekte für die Wahl eines Mikroskops sind, stellt sich die Frage, warum die Mikroskopleistung meist in Form eines Vergrößerungsfaktors angegeben wird. Die Angabe der Vergrößerung ist bei optischen Mikroskopen durchaus sinnvoll, weil hier die Leistung direkt mit dem eingebauten Objektiv und Okular in Zusammenhang steht. Weniger wichtig ist die Vergrößerung bei Videomikroskopen, bei denen die Bildgröße sowohl durch den Vergrößerungsfaktor des Objektivs als auch durch die Größe des Bildschirms bedingt wird.

Die Sachlage wird durch die Wirkung des Kontrasts auf die Erkennungsfähigkeit noch komplizierter. Die Spezifikationen für die Vergrößerungsfaktoren von Videomikroskopen sind ein Überbleibsel aus einer Zeit, als optische Mikroskope noch die Vorherrschaft hatten. Die Vergrößerung steht zwar in direktem Zusammenhang mit der Erkennungsfähigkeit, aber bei Glasfaser-Mikroskopen geben die Erkennungsfähigkeit und das Sichtfeld wesentlich mehr Aufschluss über die Leistung.

Reinigungsverfahren

Schon seit vielen Jahren ist die Reinigung der Endflächen ein wichtiger Bestandteil der Wartung von Glasfasersystemen. Daher überrascht es kaum, dass vielfach eigene Verfahren entwickelt wurden.



Bild 3: Endflächen sollten sowohl während als auch nach der Konfektionierung inspiziert werden

Vorsicht vor schlechten Angewohnheiten

Allerdings haben sich im Lauf der Zeit überall in der Branche einige schlechte Angewohnheiten eingeschlichen. Um dem entgegenzuwirken, wurden unlängst neue »Best Practices« eingeführt, die auf dem gegenwärtigen Kenntnisstand beruhen. Eine häufig verwendete Methode zur Reinigung der Endflächen besteht darin, sie entweder auf einem Konnektor oder in einem Geräteanschluss mit Druckluft auszublasen. Druckluft eignet sich aber nur zur Entfernung großer Staubpartikel. Bei Ölverschmutzungen, anderen Rückständen und kleineren, statisch geladenen Staubpartikeln bleibt sie weitgehend wirkungslos. Ein großer Nachteil von Druckluft ist außerdem, dass große Partikel nicht vorsichtig entfernt, sondern meist in Anschlüssen umhergewirbelt werden.

Verwendung von Lösungsmitteln

Die Reinigung mit einem Lösungsmittel ist eine weitere Methode, die nicht für alle Verschmutzungstypen geeignet ist. Lösungsmittel bieten einige unbestrittene Vorteile. Vor allem können sie Schmutzablagerungen lösen, die an einer Endfläche festgetrocknet sind oder daran kleben. Darüber hinaus werden Partikel und Fremdkörper von Lösungsmitteln vollständig umhüllt und von der Oberfläche der Ferrule gelöst. Sie können dann ohne Beschädigung der Endfläche aufgenommen und entsorgt werden.

Ein weiterer Vorteil ist, dass sich bei Verwendung eines Lösungsmittels im Gegensatz zur Reinigung mit einem trockenen Wischtuch oder Band keine statische Aufladung entwickelt. Schon viele Anwender mussten erleben, wie die Endflächen nach einer Reinigung ohne Lösungsmittel so stark statisch aufgeladen waren, dass sie wie ein Magnet auf herumschwebende statische Staubpartikel wirkten. Die Aufladung kann so stark sein, dass sich bereits auf dem kurzen Transport vom Mikroskop zum Anschluss statische Staubpartikel auf der Endfläche ansammeln.

Auswahl des Lösungsmittels

Zur Reinigung von Endflächen wurde jahrelang Isopropylalkohol (IPA) verwendet. Auch heute noch ist dieses Lösungsmittel sehr beliebt. Allerdings stehen heutzutage auch Lösungsmittel mit speziellen Rezepturen für die Reinigung von Glasfaserendflächen zur Verfügung,

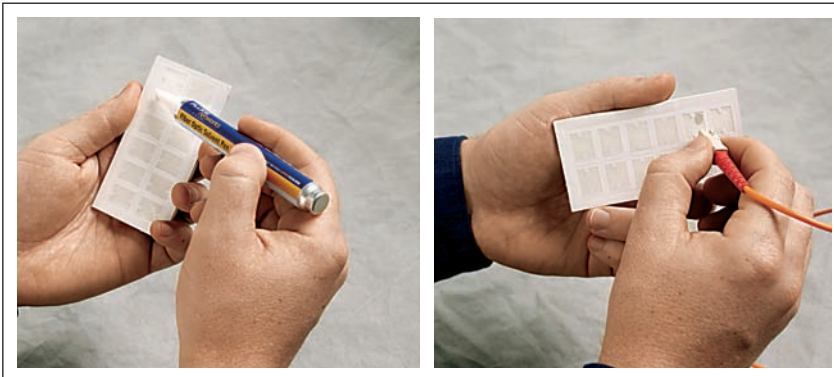


Bild 4: Die Reinigung der Glasfaserendflächen wird durch die richtigen Hilfsmittel erleichtert. Für Glasfaserverkabelungen ist ein mit einem Stift auf ein spezielles Einweg-Reinigungstuch aufgetragenes Lösungsmittel am besten geeignet

die IPA in jeder Hinsicht übertreffen. Diese neuen Mittel können praktisch jede Art von Schmutzablagerung wesentlich besser lösen (Bild 4). Darüber hinaus beseitigen diese Speziallösungsmittel nicht ionische Verbindungen wie Schmieröl und Pufferöl, bei denen IPA versagt. Dank einer niedrigeren Oberflächenspannung können diese Speziallösungsmittel Fremdkörper besser umhüllen und entsorgen als IPA.

Bei der Reinigung der Innenbereiche von Anschlüssen ist auch die Verdunstungsrate wichtig. Wenn Lösungsmittel beim Herstellen der Stecker-Buchsen-Verbindung noch nicht ganz verdunstet sind, können sie nicht mehr entweichen und setzen sich schließlich fest. Die so entstehenden Rückstände sind schädlich. Speziell für Glasfasern entwickelte Lösungsmittel zeichnen sich durch eine

genau berechnete Verdunstungsrate aus, damit die Mittel nicht nur ihre Wirkung voll entfalten können, sondern auch noch vor dem Herstellen der Verbindung ganz verdunstet sind.

ISA hat einen weiteren Nachteil – er ist stark hygroskopisch. Dies bedeutet, dass der Luft Feuchtigkeit (also Wasser) entzogen wird und sich auf den Endflächen ablagert. Dieses Wasser verbindet sich mit dem IPA und hinterlässt nach dem Trocknen Rückstände auf den Endflächen. Der beste Platz für IPA ist der Medizinschrank.

Hilfsmittel zur Reinigung

Zur Reinigung von Endflächen steht eine breite Palette von Hilfsmitteln zur Auswahl. Da wären zunächst einmal Wischtücher für die Reinigung von Patchkabeln sowie Tupfer für die Innenbereiche von Anschlüssen (Bild 2). Etwas aufwändiger sind mechanische, tragbare Apparate, die zu einer Arbeiterleichterung beitragen. Am anderen Ende der Skala findet man beispielsweise Geräte zur druckluftgesteuerten Verteilung von Reinigungsmitteln bzw. für Ultraschall-Wasserverfahren. Die komplexeren Systeme liefern zwar bessere Resultate, aber sie kosten auch wesentlich mehr. Welche Lösung am besten geeignet ist, hängt vom Anwendungsbereich und vom Budget ab. Alle Wischmaterialien müssen eine Voraussetzung erfüllen: Sie müssen fusselfrei sein.

Empfohlene Maßnahmen

Unabhängig von der gewählten Vorgehensweise gelten für die Inspektion und Reinigung von Glasfaserverkabelungen die gleichen Grundregeln:

Erstens muss die Inspektion nicht nur vor der Reinigung durchgeführt werden, sondern auch danach. Nur so lässt sich ein zufrieden stellendes Ergebnis gewährleisten. Wenn bei der zweiten Inspektion immer noch Schmutzablagerungen gefunden werden, ist ein weiterer Reinigungsdurchgang erforderlich.

Zweitens müssen beide Seiten einer Verbindung inspiziert werden, weil beim Herstellen einer Stecker-Buchsen-Verbindung zwei Flächen miteinander in Berührung kommen.

Drittens ist es fast immer einfacher und billiger, mit der Inspektion und Reinigung nicht zu warten, bis ein Störfall eintritt, sondern sie regelmäßig einzuplanen. Dadurch lassen sich unerwartete und kostspielige Ausfallzeiten verhindern. ■

www.fluke-networks.de