



Optische Messtechnik für LAN Verkabelungen im Feldeinsatz

In Unternehmensvernetzungen werden Glasfaserkabel aus vielerlei Gründen vermehrt eingesetzt: In erster Linie natürlich dann, wenn hohe Datenraten oder große Bandbreiten benötigt werden. Dazu entfallen die bei Kupferverkabelungen stets vorhandenen Isolations- und Erdungsprobleme, die sich beispielsweise in hohen Mantelströmen auf den Abschirmungen äußern können. Nicht zuletzt liegen Glasfaserverkabelungen auch im Trend der „Green IT“, da wegen des geringeren Stromverbrauchs der Komponenten eine deutlich verbesserte Energiebilanz der Systeme erreicht werden kann.

Ob und wie gut das Glasfasernetz funktioniert und ob die Verkabelung auch den hohen Bandbreiten in der Praxis gewachsen ist, kann nur spezielle Messtechnik zeigen und nachweisen. Dies sprach bisher aber auch gegen den Einsatz von Glasfasern, da die Messgeräte für Kupferverkabelungen für den Installateur einfacher zu verstehen und zu bedienen sowie preislich attraktiver waren.

Mittlerweile stehen jedoch eine Reihe von handlichen und preisgünstigen Messgeräten für den Feldeinsatz bei Glasfaserstrecken zur Verfügung: Sie reichen vom einfachen „Visual Fault Locator“ (VFL) – einer sichtbaren Lichtquelle zum visuellen Aufspüren grober Verkabelungsfehler - über Dämpfungsmesskits und Zertifizierer bis hin zur „Königsklasse“, den OTDRs (Optische Reflektometer).

Daneben werden Durchsicht- oder besser Video-Mikroskope benötigt, um die empfindlichen Faser-Enden bei Steckverbindungen auf Staubpartikel und andere Verschmutzungen zu untersuchen. Die Abbildung 1 zeigt exemplarisch das AXS-110 Multifunktions-OTDR der Firma EXFO, welches ein OTDR, einen Dämpfungsmesser, die visuelle Fehlerortung sowie ein Videomikroskop in einem einzigen Gerät vereint.

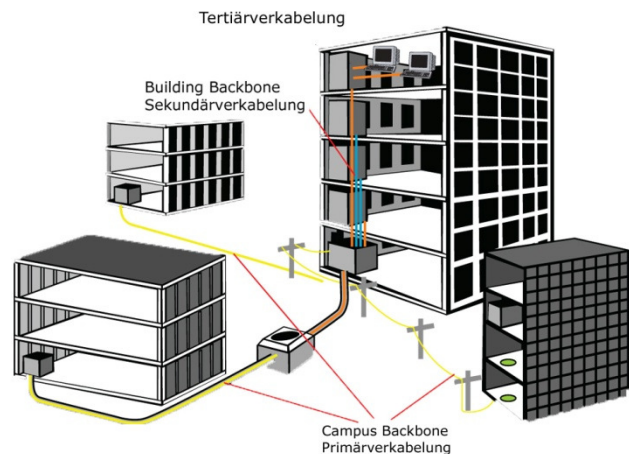


Abb. 1: Universelles Messgerät für Glasfaserverkabelungen, das ein OTDR, einen Dämpfungsmessplatz, einen „Visual Fault Locator“ sowie ein Fasermikroskop beinhaltet.

Im Folgenden sollen die grundlegenden Anforderungen an eine LAN Glasfaser-Verkabelung zusammengefasst und anschliessend die hierfür erforderliche Messtechnik näher erklärt werden.

Wie eine strukturierte Gebäudeverkabelung und somit auch die Glasfaserstrecken auszusehen haben, ist in der europäischen Verkabelungsnorm EN 50173 und dem internationalen Pendant ISO/IEC 11801 geregelt. Diese Standards teilen die Verkabelung in drei Bereiche auf (Abbildung 2): Den „Campus-Backbone“ für die Anbindung von Gebäuden, den „Building-Backbone“ für die Verbindung einzelner Etagen in einem Gebäude und die Tertiär-Verkabelung für die Anbindung der eigentlichen Arbeitsstationen. Während die Tertiär-Verkabelung in der Regel mit

Abb. 2 Die drei Bereiche einer strukturierten Gebäudeverkabelung nach EN 50173 (ISO/IEC 11801)



Kupferkabeln realisiert wird, kommen im Building- und Campus-Backbone heute meist Glasfaserkabel zum Einsatz. Zur Auswahl stehen grundsätzlich Multimode- und Singlemode-Glasfaserkabel. Beide Faserarten haben einen Außendurchmesser von 125 μm , unterscheiden sich aber grundlegend im lichtleitenden Faserkern. Der Innendurchmesser einer Singlemode-Faser liegt bei 8-9 μm – also in der Größenordnung einer Lichtwellenlänge (ca. 1 μm) – während die Multimode-Fasern einen Kerndurchmesser von 50 μm in Europa und von 62,5 μm in USA besitzen.

Da aktive Multimode-Komponenten deutlich preisgünstiger sind, werden für eine Gebäudeverkabelung vorzugsweise Multimode-Glasfaserkabel verwendet. Singlemode-Kabel werden hingegen für lange Strecken wie beispielsweise bei Telekom- oder auch Transatlantik Übertragungen verwendet. Der Nachteil von Multimode-Kabeln ist, dass Sie im Vergleich zu den Singlemode-Kabeln hinsichtlich der maximalen Länge und der zu erzielenden Bandbreite eingeschränkt sind. Dies liegt nicht - wie vielleicht zu erwarten - an der höheren

Dämpfung, sondern in der Natur der Übertragung des Lichtes innerhalb dieser Fasern. Anders als in Singlemode-Fasern breitet sich das Licht in einer Multimode Faser auf mehreren Wegen („Moden“) aus. Da nicht alle Wege gleich lang sind, kommen Teile eines Lichtpulses zeitlich versetzt am anderen Ende an. Den dadurch hervorgerufenen Signalverschleiß nennt man Dispersion, hier speziell Modendispersion. Die Dispersion ist abhängig von der Güte der Faser und von der Streckenlänge: Je länger die Strecke desto höher die Dispersion und desto geringer die zu erreichende Bandbreite. Im Standard EN 50173 werden drei verschiedene Faserarten für Multimode spezifiziert (OM1-OM3). Die modernere OM3 Faser bietet speziell im Bereich von 850nm Lichtwellenlänge die höchste Bandbreite. In der Praxis bedeutet dies, dass 10 Gbit/s Netzwerke über diese OM3 Fasern bis zu einer Entfernung von 200 m realisiert werden können. 40 Gbit/s Strecken sind entsprechend kürzer.

Während die Dispersion weniger von der Installation der Glasfaser, sondern vielmehr von der Fertigung beeinflusst wird, hat die Verlegung der Glasfaser einen direkten Einfluss auf die Dämpfung der Strecke und somit deren Qualität. Grundsätzlich ergibt sich die Streckendämpfung aus der Dämpfung der eigentlichen Faser (dB/km), der Anzahl der Spleiße und der Steckverbinder.

Hierzu sind Grenzwerte definiert, die es einzuhalten gilt. Wird eine Glasfaser zu stark gebogen, führt diese Biegung zu einer zusätzlichen Dämpfung oder gar zu einer Beschädigung der Faser. Daher ist es unerlässlich die vorgeschriebenen Biegeradien bei der Installation der Glasfaser einzuhalten und nicht zu unterschreiten. Eine weitere Ursache von hohen Dämpfungen können aber auch

schlechte sowie verschmutzte Steckverbinder sein. Dort können u.a. auch starke Reflektionen des Lichtes entstehen, die später eine Datenübertragung stören.

Nach jeder Installation aber auch im Fehlerfall empfiehlt es sich, eine Messung mittels OTDR (Optical Time Domain Reflectometer, optisches Zeitbereichsreflektometer) durchzuführen. Der Aufbau eines solchen Gerätes, die praktische Messung sowie die Darstellung der Messergebnisse sind in Abbildung 3 schematisch gezeigt. Hierbei wird ein Laserpuls von typisch wenigen Nanosekunden Dauer in die Glasfaser eingekoppelt und die Intensität des zurückgestreuten Lichts über der jeweiligen Laufzeit des Lichtes mit dem optischen Detektor aufgenommen. Ein OTDR funktioniert somit ganz analog einem Radar Gerät. Nur daß man hier keine Flugzeuge ortet, sondern aus der Rückstreuintensität den Ort und Verlust von Störungen („Ereignisse“) auf der Strecke bestimmt. Aus der Intensität des diffus rückgestreuten Lichtes läßt sich auch die Dämpfung der Glasfaser selbst bestimmen.

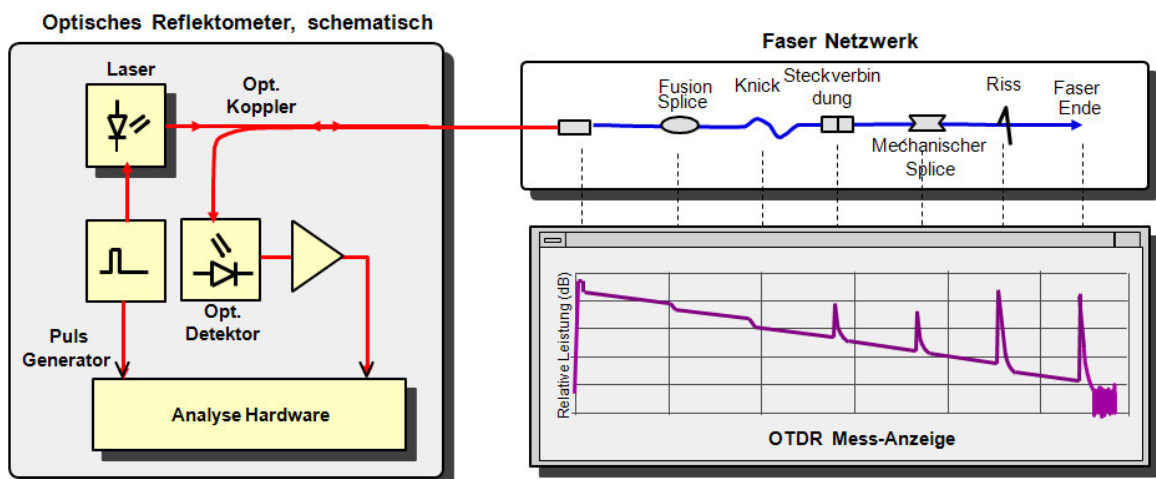


Abb. 3 Schematische Funktionsweise eines OTDR: Die rückgestreuten Signale eines Laserpulses geben Aufschluss über Ort und Art der Störungen in einer Glasfaserstrecke



Optische Messtechnik für LAN Verkabelungen im Feldeinsatz

Das schon erwähnte Multifunktions-OTDR AXS-110 der Firma EXFO ist beispielsweise sowohl für multimode wie auch singlemode Glasfaserkabel einsetzbar. Dabei werden für multimode die Wellenlängen 850/1300nm und für Singlemode die Wellenlängen 1310/1550nm verwendet. Eine typische Messung dauert ca. 10 bis 30 Sekunden, je nachdem ob bei mehreren Wellenlängen gemessen werden soll und welche Mittelungsverfahren gewählt wurden. Anschließend erkennt das Gerät selbständig alle Ereignisse auf der Glasfaser Strecke. Schlechte Steckverbinder, zu kleine Biegeradien werden somit automatisch erkannt und entsprechend gekennzeichnet. Durch die Verwendung eines sehr kurzen Laserpulses verfügt das Gerät in über eine besonders kleine Totzone, was die Auflösung selbst kurz aufeinander folgender Ereignisse – also direkt benachbarter Störungen - ermöglicht.

Zusätzlich verfügt das Gerät über einen Pegelmesser, mit dem Dämpfungen noch genauer bestimmt werden können. Sollte die Glasfaser gar gebrochen sein, dann kann mit Hilfe des eingebauten „Visual Fault Locators“ die Bruchstelle durch einfache visuelle Beobachtung entdeckt werden. Dabei sendet das Gerät einen mit dem Auge sichtbaren Laserstrahl mit ca. 630nm Wellenlänge (tiefrot) in das Kabel, welches an Störstellen auch durch den Mantel gut sichtbar ist.

Schließlich sind die Faser-Enden bei Streckverbindungen empfindlich gegenüber Verschmutzung und sollten daher vor jedem Steckvorgang überprüft werden. Das AXS-110 verfügt hierfür über einen Anschluss für optische Videomikroskope, mit dem die Faser-Oberflächen von Patchkabeln und in Patchpanels direkt auf dem Bildschirm des Geräts betrachtet und inspiziert werden können. Die Mikroskopbilder können zur Dokumentation zusammen mit allen anderen



Optische Messtechnik für LAN Verkabelungen im Feldeinsatz

Messwerten abgespeichert werden. Die mitgelieferte Auswertesoftware erstellt aus diesen Daten schließlich aussagekräftige Berichte, die der Systemabnahme und als Basis für die Gewährleistung dienen können.

Fazit: Glasfaserverkabelungen bilden das Rückgrat unternehmensweiter Vernetzung und müssen daher vor ihrer Inbetriebnahme ausreichend geprüft werden. Hierfür stehen heute preisgünstige Handmessgeräte zur Verfügung, die alle notwendigen Feldmessungen unterstützen. Erst die OTDR Messung zusammen mit der Dämpfung und einer Kontrolle der Steckerflächen geben dem Betreiber ein umfassendes Bild über die Qualität seiner Glasfaserinstallation.

Autoren:

Sören Schnapka

Sören Schnapka Geschäftsführer und Gründer der Psiber Data GmbH arbeitet seit Jahren im Bereich der Netzwerkmesstechnik und beschäftigt sich neben Problematiken der Infrastruktur, Kupfer- und Glasfaserverkabelung, Wireless LAN auch mit Fehleranalyse in höheren Übertragungsschichten.

Dr. Klaus Romanek

Dr. Romanek ist Gründer und Gesellschafter der Psiber Data GmbH in Krailling bei München. Bereits während seines Physikstudiums und der Promotion an der Universität Stuttgart hat er sich mit Halbleitern, Lasern, Optik und Glasfasern beschäftigt. Er ist seit über 25 Jahren in leitenden Funktionen in Meßtechnik- und Halbleiterindustrie tätig, u.a. als Geschäftsführer / CEO bei Kontron, Wavetek (später Acterna, heute JDSU), Microtest (heute Fluke Networks) und Freiburger Compound Materials.