

Security

Digitale Angriffe mit neuem Charakter

Schutz vor Ransomware

EDR für alle

Mit Marktübersicht

**Vulnerability-Management
as a Service**



**Gartner-Analyst
zu Gaia-X**

Wie souverän ist
Europa?

**Messung von
Multimode-Links**

Eigenarten der
OM5-Technik

Gebä
un

**Sonderdruck
Softing IT Networks
Multimode-Links
präzise messen**

Eigenarten der OM5-Messung

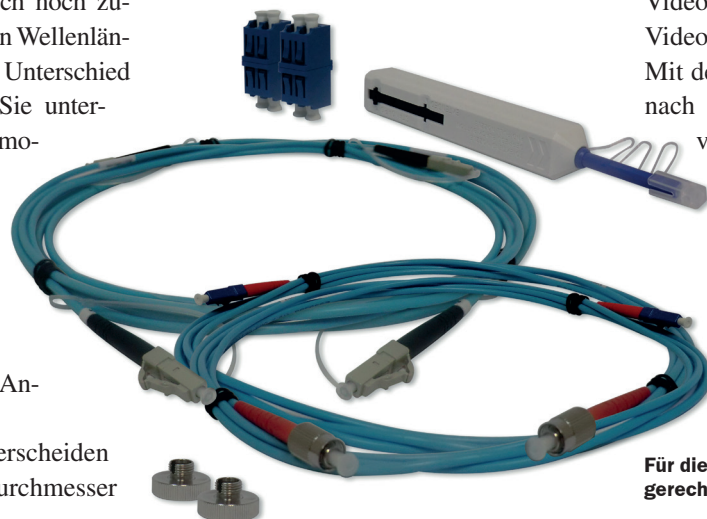
Multimode-Links präzise messen

Auch bei den Multimode-Fasern macht die Entwicklung hin zu einer immer größeren Bandbreite nicht halt. Dadurch ist auch die Anzahl der Kategorien von Multimode-Kabeln gewachsen. Bisher gab es davon vier verschiedene: OM1, OM2, OM3 und OM4. Aufgrund der steigenden Anforderungen ist in der aktuellen Revision der entsprechenden internationalen Normen zusätzlich eine fünfte Kabelkategorie, die OM5, enthalten. Sie weist denselben Kerndurchmesser wie OM2 bis OM4 auf. Allerdings unterstützt sie mehr Wellenlängen als die bisherigen Kategorien, um den maximal möglichen Datendurchsatz zu steigern. Im Feld stellte sich aufgrund der unterschiedlichen Kategorien immer wieder die Frage nach den richtigen Messkabeln. Die nachfolgenden Empfehlungen für die Feldzertifizierung von Multimode-Verbindungen geben daher eine Hilfestellung, um auch außerhalb des Labors eine präzise faseroptische Messung durchzuführen.

Doch zunächst zu den Unterschieden bei den einzelnen Kategorien. Die fünf Multimode-Kabelkategorien OM1 bis OM5 haben alle die Gemeinsamkeit, dass sie die Lichtübertragung mit Wellenlängen von 850 nm und 1.300 nm unterstützen. OM5 Fasern unterstützen zudem auch noch zusätzlich die Übertragung auf den Wellenlängen 880, 910 und 940 nm. Der Unterschied liegt, wie so oft, im Detail. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der modalen Bandbreite, der maximal unterstützten Leitungslänge sowie hinsichtlich weiterer optischer Übertragungsparameter. Denn die maximal unterstützte Leitungslänge hängt auch von der jeweiligen Anwendung ab.

Die genannten Kategorien unterscheiden sich zudem auch im Kerndurchmesser

der Glasfaser. Bei OM1 liegt der Kerndurchmesser bei 62,5 µm, bei OM2 bis 5 hingegen bei 50 µm. Aufgrund der Unterschiede bei den einzelnen Kategorien gibt es einige Dinge, die Installateure bei der



Feldzertifizierung von Multimode-Verbindungen beachten sollten. Da es aktuell vier und künftig fünf Kabelkategorien geben wird, stellt sich die berechtigte Frage: Führt die Verwendung eines OM2-Messkabels zu einem anderen Ergebnis als die Nutzung eines OM4-Messkabels? Die Antwort ist leider nicht eindeutig. Denn sie ist zum einen abhängig von der Art der getesteten Verkabelung und zum anderen auch davon, welche Testmethode zum Einsatz komme, also Optical Loss Test Set (OLTS) oder Optical Time Domain Reflectometer (OTDR).

Die vertraglichen Spezifikationen

Bevor es in die Feldzertifizierung von Multimode-Verbindungen geht, sollten sich die Anwender mit den vertraglichen Spezifikationen auseinandersetzen. Denn dieser Aspekt ist in Bezug auf die Messkabel wichtiger als alle anderen Faktoren. Denn für den Erfolg eines Verkabelungsprojekts ist auch die Einhaltung der vertraglichen Spezifikationen durch den Auftragnehmer ausschlaggebend. Sind die Angaben dazu fehlerhaft oder unvollständig, empfiehlt es sich, das Gespräch mit dem Nutzer zu suchen und offene Fragen vor Beginn der Glasfaser-Zertifizierungsprüfung zu klären.

Das oberste Gebot lautet Sauberkeit

Bevor der Techniker die Glasfaserkabel an faseroptische Messgeräte anschließt, ist es ratsam, die Messkabel und Messgeräteanschlüsse stets auf Sauberkeit zu überprüfen. Dabei empfiehlt sich der Einsatz von Videoprüfsonden wie beispielsweise dem Videomikroskop von Softing IT Networks. Mit dem Gerät lassen sich die Anschlüsse nach den internationalen IEC-Normen verlässlich auf die Einhaltung der Vorgaben prüfen. Zudem sollte man geeignete Reinigungsprodukte nutzen, die für die Glasfaserkomponenten bestimmt sind. Denn nur so ist sichergestellt, dass keine Verunreinigung auf andere zu

Für die Feldmessungen bietet der Markt praxisgerechte Komplett-Kits.

Bild: Softing

testenden Leitungen übertragen wird oder Verschmutzungen die Messergebnisse beeinflussen.

Für die Messtechnik gibt es unzählige normative Referenzen. An dieser Stelle soll es allerdings um die beiden Normen mit der größten Relevanz gehen. Auf internationaler Ebene definiert die IEC 14763-3 die Testmethode zur Untersuchung von Glasfaserkabeln per OLTS und OTDR. IEC 61280-4-1 definiert die Eigenschaften der Lichtquellen, die bei OLTS-Messungen von Glasfaserkabeln zum Einsatz kommen. Diese beiden Normen sind auch relevant, wenn es um die verwendeten Steckverbinder geht. Denn unabhängig von der faseroptischen Kategorie, dem Steckertyp, dem Messungstyp oder der Messungsnorm ist bei Steckverbindern Vorsicht geboten.

Referenzstecker

Die beschriebenen Normen unterscheiden zwischen zwei Arten von Steckverbindern: Den „üblichen Steckern“ und den „Referenzsteckern“. Erstere weisen eine größere Toleranz hinsichtlich der optischen Parameter auf. Die IEC 14763-3 schreibt die Verwendung von Referenzsteckern für Tests vor. Also muss der Installateur sicherstellen, dass er für seine Tests keine Messkabel mit „üblichen“ Steckverbindern verwendet.

Andernfalls liegen die Toleranzen nur aufgrund der Schwankungen der Steckerdämpfung in derselben Größenordnung wie das Dämpfungsbudget der zu testenden Verbindung oder sogar noch darüber. Dazu ein Beispiel: Eine Multimode-Steckverbindung mit „üblichen Steckern“ darf eine Dämpfung von bis zu 0,75 dB aufweisen. Eine Verbindung mit Referenzsteckern darf einen Wert von nur 0,1 dB aufweisen. Die Steckerdämpfung hängt von Parametern wie etwa der Konzentricität des Kerns sowie von der Qualität und Form der Steckeroberfläche ab. Die empfohlenen Referenzstecker erfüllen wesentlich strengere Spezifikationen für diese Parameter, sind umfassend auf diese geprüft und aus diesem Grund auch für die Feldzertifizierung geeignet.

Zu unterscheiden sind die Messmethoden Optical Loss Test Set (OLTS) und Optical

Time Domain Reflectometer (OTDR). Abhängig davon, welches Messprinzip der Techniker verwendet, gibt es einiges zu beachten. OLTS gilt im Jargon auch als „Tier-1-Messung“. Bei diesem Verfahren wird die Gesamtdämpfung einer Glasfaserstrecke mit Hilfe einer Lichtquelle auf der einen Seite der Verbindung und einem Lichtleistungsmessgerät auf der anderen Seite gemessen. Messkabel haben dabei meist eine Länge von zwei Metern. Abhängig von der Testkonfiguration kommt ein Kabel zum Einsatz, das mit der Lichtquelle verbunden ist, oder der Techniker verwendet zwei Kabel, eines mit der Lichtquelle verbunden, das andere mit dem Lichtleistungsmessgerät.

Auswirkungen des Kerndurchmessers der Messkabel

Die Auswirkungen der Messkabel-Kerndurchmesser beim OLTS-Verfahren auf die Messergebnisse sind erheblich. Denn wenn die Feldkalibrierung des OLTS-Geräts (Feldkalibrierung mit den für Tests verwendeten Messkabeln) mit Messkabeln mit 62,5 µm Durchmesser erfolgte (OM1), jedoch eine OM3-, OM4- oder OM5-Verkabelung mit 50 µm Durchmesser zu testen ist, stellt der Prüfer allein aufgrund der Tatsache, dass die Kerndurchmesser nicht übereinstimmen, eine erhebliche Dämpfung fest. Dasselbe gilt auch umgekehrt: Wenn die Feldkalibrierung des OLTS-Geräts mit Messkabeln mit 50 µm Durchmesser erfolgte, jedoch eine Verkabelung mit 62,5 µm Durchmesser getestet werden muss, ist das OLTS-Gerät für reflektive Ereignisse „blind“, etwa für Verschmutzungen auf den Steckverbindern, die sich im ringförmigen Bereich zwischen 50 und 62,5 µm befinden. Deshalb ist es wichtig, dass der Anwender stets auf den richtigen Kerndurchmesser achtet.

Biegeunempfindliche Kabel und EF-konformes Testen (Encircled Flux) von biegeunempfindlichen Multimode-Fasern (BIMMF) eig-

nen sich hervorragend für die faseroptische Übertragung. Der Grund dafür ist, dass die Fasern sehr geringe Biegeradien und weniger Dämpfung beim Biegen aufweisen. Sie haben jedoch beim EF-konformen Testen (Encircled Flux) einen unerwünschten Nebeneffekt.

EF ist in der IEC 61280-4-1 spezifiziert. Dort sind die Eigenschaften der für das Testen verwendeten Lichtquelle definiert. Bei Multimode werden verschiedene Lichtmodi gleichzeitig durch den Faserkern übertragen. EF spezifiziert die zulässige Leistungsverteilung aller dieser verschiedenen Modi. Bei BIMMF-Fasern kann sich die Verteilung der Modi ändern, wenn die Fasern gebogen sind. Infolgedessen ändert sich auch die Leistungsverteilung der Modi. Wenn EF-konformes Testen erforderlich ist, darf das Messkabel die erwähnten Lichtmodi nicht ändern, die über die Fasern laufen. Denn so bleibt gewährleistet, dass EF-konformes Licht in die zu testende Verbindung eintritt.

Nicht alle auf dem Markt erhältlichen Glasfaser-Patch-Kabel können dies garantieren, da die EF-Konformität für das herkömmliche Glasfaser-Patchen nicht relevant ist. Aus diesem Grund sollten Techniker darauf achten, dass die Messkabel für EF-konformes Testen geeignet sind und nicht aus BIMMF-Fasern bestehen.



Vor- und Nachlaufkabel müssen passend gewählt sein. Im Bild das WireXpert-Messgerät.

Bild: Softing

Der Unterschied bei den Kabelkategorien im liegt Detail. Die Fasern unterscheiden sich in der modalen Bandbreite. Sie beschreibt, wie viele Informationen die Faser über eine bestimmte Länge übertragen kann. OM4-Fasern weisen beispielsweise weniger Dämpfung und eine bessere differenzielle Modaldispersion (DMD) auf als OM3-Fasern. Aus diesem Grund können sie mehr Informationen über größere Entfernungen übertragen als Fasern der niedrigeren Kategorien.

Bei einer längeren Multimode-Glasfaser-Verbindung „verwischt“ die DMD kurze Impulse (zum Beispiel die Impulse eines Ethernet-Frames) zu breiteren, „unschärferen“ Impulsen, da die äußeren Modi für die Übertragung durch die Faser mehr Zeit benötigen als die inneren Modi. Da bei OLTS mit konstantem Licht gemessen wird, ist dieses „Verwischen“ nicht relevant. Darüber hinaus bleibt die Dämpfung der Messkabel bei der Messung unberücksichtigt, da die Feldkalibrierung des OLTS-Geräts vor der Messung mit den Messkabeln erfolgt.

Damit wirkt sich auch die potenzielle Dämpfungsdifferenz einer OM3- oder OM4-Glasfaser nicht aus. Aus diesem Grund ist es unerheblich, ob OM3- oder OM4-Messkabel zum Testen von OM3- oder OM4-Verbindungen dienen. Dasselbe gilt auch bei OM5. Denn dort nutzt man zusätzliche Wellenlängen für die parallele Datenübertragung. Die neuen Wellenlängen liegen zwischen den herkömmlichen

Wellenlängen von 850 und 1.300 nm. Da die Dämpfungskurve einer OM5-Glasfaser zwischen 850 und 1.300 nm einigermaßen linear ist, erfordern internationale Normen nur Tests mit den herkömmlichen Wellenlängen.

OTDR – TIER 2

Die zweite Messmethode heißt Optical Time Domain Reflectometer (OTDR). Sie ist auch als Tier-2-Zertifizierung bekannt und eine einseitige Messung. Das OTDR-Gerät sendet scharfe Lichtimpulse in die zu testende Verbindung und misst am selben Anschluss Reflexionen, die aus der betreffenden Glasfaser zurückkommen.

OTDR-Geräte sind in der Lage, kleinste reflektive Ereignisse (etwa bei Verbindern, Spleißen, Makro- und Mikrobiegungen) entlang der Glasfaser zu messen und auch präzise Informationen über den Standort des betreffenden Ereignisses entlang der Glasfaser zu liefern.

Vor- und Nachlaufkabel

Beim OTDR-Verfahren kommt ein „Vorlaufkabel“ für den Anschluss der zu testenden Verbindung zum Einsatz. Wenn auch der letzte Steckverbinder der Verbindung präzise gemessen werden soll, muss an dem betreffenden Ende der Verbindung ein „Nachlaufkabel“ angeschlossen sein. Da die Lichtquelle starke, scharfe Impulse aussendet und am selben Messanschluss ein sehr empfindlicher Empfänger zum Einsatz kommt, sind auch weitere Effekte zu be-

rücksichtigen, die bei OLTS-Tests keine Bedeutung haben. Da OTDRs auf demselben Anschluss senden und empfangen, müssen die Vor- und Nachlaufkabel eines OTDR erheblich länger sein als OLTS-Messkabel. Die zusätzliche Länge ist notwendig, damit der Empfänger genügend Zeit hat, sich nach dem vom Sender ausgesendeten Impuls zu regenerieren. Wenn der Sender einen Impuls aussendet, ist der Empfänger eine gewisse Zeit lang völlig gesättigt („blind“). In dieser Zeit kann er keine Messungssignale aufnehmen.

Vorlauflänge

Die Zeit, in der der Empfänger blind ist, entspricht einer bestimmten Faserlänge. In der Regel ist das Vorlaufkabel erheblich länger als die erforderliche Mindestlänge, um etwaige Probleme zu vermeiden. Aus diesem Grund sollte das Messkabel stets so lang sein, wie es in den Spezifikationen des Testgeräts festgelegt ist. Zudem schreiben manche Normen die Länge der Vor- und Nachlaufkabel vor. Neben der Länge ist auch die Kabelkategorie zu beachten: Das Vor- und Nachlaufkabel sowie die testende Verbindung sollten für präzise Messergebnisse zu derselben Kategorie gehören sowie für die Messung geeignet sein. Außerdem ist es für ein präzises Messergebnis wichtig, Referenzstecker zu verwenden. Konstantin Hüdepohl/jos

Konstantin Hüdepohl ist Product and Standardization Manager bei Softing, www.softing.de.