

Fallstudie

Schutz der Faserverfügbarkeit, QoS und Sicherheit

ONMSi Online-Fasertest und -Überwachung des Glasfaser-Leitungsnetzes in Außenbereichen und in Rechenzentren

Die Herausforderung: Rechenzentren, die von riesigen Glasfasernetzen gespeist werden, dienen heute fast jeder computerisierten Transaktion, von unserem Handel, unserer Arbeit, unserer Unterhaltung und unseren sozialen Interaktionen. Wir alle sind in höchstem Maße von zuverlässigen und sicheren Verbindungen zwischen diesen Glasfasernetzen abhängig. Einer vom Uptime Institute im Jahr 2022 durchgeführten [Umfrage](#) zufolge, berichten 80 % der Manager und Betreiber von Rechenzentren (RZ) von Ausfällen in den vergangenen drei Jahren. Mehr als 60 % dieser Störungen haben zu einem finanziellen Gesamtverlust in Höhe von mindestens 100.000 USD, einige sogar von mehr als 1 Million USD geführt. Dabei lassen sich viele dieser Kosten durch eine einfache Investition in ein Glasfaser-Ferntestsystem vermeiden. Jedes Jahr kommt es zu Millionen von Unterbrechungen auf Glasfaserverbindungen, die Störungen und Ausfälle zur Folge haben. Das ONMSi stellt Echtzeitdaten zur Verfügung, um Unterbrechungen zu vermeiden sowie die zugrundeliegenden Ursachen zu ermitteln und zu beheben, indem es die physischen Leistungsparameter der Glasfasern optimiert und dadurch die Zuverlässigkeit, Dienstgüte (QoS) und Sicherheit verbessert.

Auswirkungen von Glasfaser-Ausfällen auf das Geschäft

- Verlorene Aufträge und Rufschädigung
- Unterbrechung der Verbindung zu abhängigen Niederlassungen und laufenden Prozessen
- Schwerwiegende Verletzungen der Dienstgütevereinbarung (SLA) mit daraus resultierenden Vertragsstrafen
- Umfangreiche Reparaturen am Netzwerk mit dem daraus folgenden größeren Zeitaufwand für die Wiederherstellung (MTTR)

Proaktive Kontrolle und Optimierung der Netzwerkleistung durch Online-Sichtbarkeit

- Sicherstellung der Verfügbarkeit und Leistung
- Erkennung von unberechtigten Zugriffen an Glasfasern
- Gewährleistung einer latenzarmen Bandbreite
- Identifizierung plötzlicher Dämpfungseignisse, die zu physischem Netzwerk-Flapping führen und das Nutzererlebnis (QoE) beeinträchtigen
- Senkung der Betriebsausgaben durch Zeiteinsparungen von 30–50 % für die Behebung der Störung

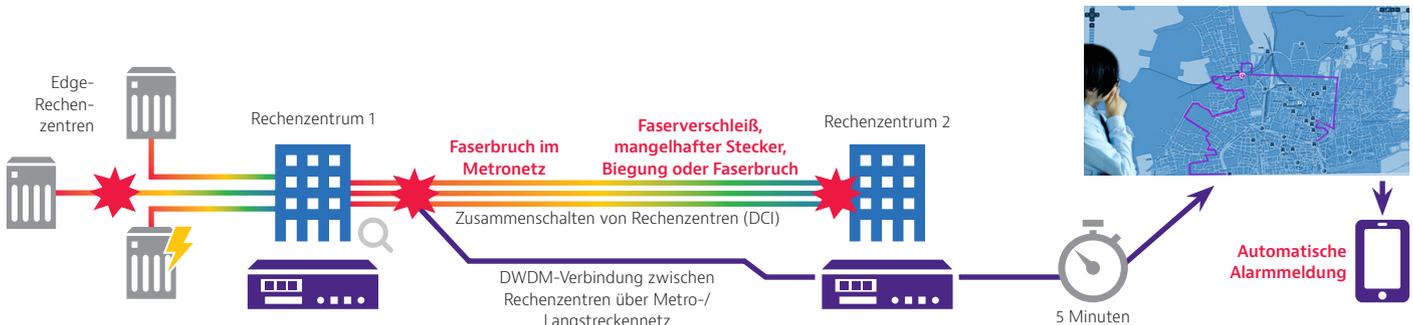


Proaktives Fasermanagement erhöht die Leistung, vermeidet Ausfälle und stärkt die Sicherheit

Schleichende Verschlechterungen im externen Glasfasernetz verringern die Zuverlässigkeit, die Übertragungsraten und den Durchsatz, was mehr Übertragungswiederholungen und Bitfehler zur Folge hat. Ein mangelhaftes Fasermanagement beeinträchtigt die Leistung, mindert die Bandbreitenkapazität, erhöht die Betriebsausgaben und gefährdet die Unternehmensabläufe.

Ausfälle von Glasfaserstrecken kosten pro Minute Zehntausende Euro, wobei hier noch die Kosten für unterbrochene Transaktionen und SLA-Vertragsstrafen hinzuzurechnen sind. Die Synchronisierung zur Wiederherstellung von Daten dauert oft Tage, die Behebung von Sicherheitsverletzungen sogar Monate. Die Investition in die Glasfaserüberwachung und Erkennung von Sicherheitsverletzungen ist eine erschwingliche Möglichkeit, die Netzwerkdienste zu schützen.

Automatische Erkennung von Schwachstellen in RZ-Netzen



Das VIAVI ONMSi (Optical Network Management System) setzt neue Maßstäbe für die Betriebsabläufe in Rechenzentren, da es das Zusammenschalten von Rechenzentren (DCI, Data Center Interconnect) proaktiv schützt. Durch die kontinuierliche Überwachung (Monitoring) von DCI-Glasfaserstrecken wird der Betreiber automatisch über Abnutzungserscheinungen an der Faser, unberechtigte Zugriffe, Biegungen und Faserbrüche informiert. Ohne ein solches Diagnosesystem kann es Tage dauern, ehe ein Faserbruch identifiziert und lokalisiert wird. Häufig werden auch unberechtigte Zugriffe (Abhörversuche) nicht erkannt, was dazu führt, dass der Betreiber nicht nur Daten sondern auch das Vertrauen seiner Kunden verliert. Zu guter Letzt beeinträchtigen das versehentliche, kurzzeitige Trennen von Steckverbindungen sowie ein nachlässiger Umgang mit optischen Verbindern die Übertragungsleistung. Je länger es dauert, das Problem zu beheben, desto mehr Daten müssen anschließend wieder synchronisiert werden. Die weitestgehende Verringerung des Zeitaufwands für die Fehlerbehebung (MTTR) ermöglicht, langfristig Millionen Euro an Betriebskosten einzusparen.

Die Fiber Test Heads (FTH) der Produktfamilie VIAVI ONMSi RFTS ermöglichen eine automatische Alarmauslösung sowie Sichtbarkeit. Sie erlauben, die Fehlerdiagnose nach einem Ausfall sowie die Neuzertifizierung der reparierten Faserstrecke zu beschleunigen, sodass der Dienst schneller wiederhergestellt wird. Häufig lassen sich solche Ausfälle aber auch ganz vermeiden. Dieser Überwachungsprozess erkennt:

1. böswillige physische Angriffe, wie Abhörversuche (Anzapfungen) und die Zerstörung von Glasfaserkabeln.
2. unbeabsichtigte Ausfälle im optischen Netz, die durch mechanischen Verschleiß, dämpfungsbedingtes Flapping, Biegungen und Faserbrüche verursacht werden.

Die oben stehende Abbildung zeigt ein Campus-Netzwerk, das aus zwei primären Rechenzentren sowie mehreren kleineren Rechenzentren am Netzrand besteht, die alle durch redundante Strecken miteinander verbunden sind. In jedem Rechenzentrum ist ein optischer Messkopf (FTH) installiert, der den Status der Glasfaser mit den für dieselbe Faser gespeicherten Referenzwerten vergleicht und meldet. In einer Landkarte (Google Street View), auf der GPS-Koordinaten eingetragen sind, werden die Ereignisse auf der Faser deutlich angezeigt, sodass der Techniker das Problem sofort beheben kann und die Fehlerstelle nicht erst mühsam lokalisiert werden muss.

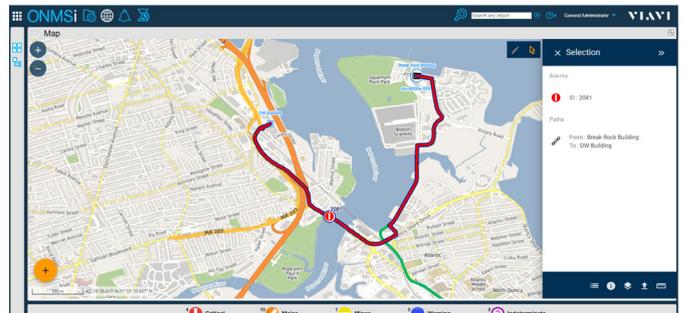
Fall 1: Vermeidung von Ausfällen

Die Mehrzahl der Störungen an Glasfasern wird durch Quetschungen, Biegungen, Anzapfungen sowie durch Verbinder, die durch eine mangelhafte Konfektionierung/Kopplung ausfallen oder die Übertragungsleistung dämpfen, verursacht. Auch werden Glasfasern häufig durch zeitweise Biegungen, die noch vor einem Ausfall wieder korrigierbar sind, in Mitleidenschaft gezogen. Oft ist der Durchsatz beeinträchtigt. Um aber die Ursache der Störung zu lokalisieren, muss man aussagekräftige Einblicke in das Glasfasernetz besitzen. Sobald ein Alarm ausgelöst wurde, kann die Untersuchung eingeleitet, die Biegung behoben und ein drohender Ausfall vermieden werden. Falls ein Steckverbinder versehentlich gezogen oder beim Neustecken verunreinigt wurde, kann dieser Fehler im Rahmen der proaktiven Wartung erkannt werden. So ist es möglich, die Glasfaser online innerhalb weniger Minuten wieder zu zertifizieren, ohne einen Techniker zu einem vielleicht unbesetzten Rechenzentrum aussenden zu müssen.

Unsere Kunden geben an, dass sich auf diese Weise etwa 20 % der Ausfälle verhindern lassen.

Fall 2: Verbesserung der MTTR mit Fehlereingrenzung bei Ausfällen

Es ist wichtig, die tatsächliche Ursache für einen Ausfall zu ermitteln und einen Faserbruch oder Stromausfall auszuschließen. Wenn die Glasfaser das Problem ist, erlaubt die automatische Alarmierung sofortiges Handeln. Bei einer gemieteten Faser ist es möglich, beim Serviceprovider ein Trouble-Ticket zu erstellen. Für die SLA kann der Zeitaufwand bis zur Wiederherstellung des betriebsfähigen Zustandes (MTTR, Mean Time To Restore) registriert werden. **Kunden berichten, dass sich die MTTR um 30–50 % verbessert hat, was durch weniger verlorene Transaktionen/Daten, weniger Reparaturen und einen geringen Aufwand zur Neusynchronisation deutliche Einsparungen ermöglicht.**



Fall 3: Größere Datensicherheit durch Verhinderung von Hacker-Angriffen und Abhörversuchen (Anzapfungen), die durch die Überwachung auf der Datenschicht nicht erkannt werden.

Bereits recht preiswerte Glasfaser-Biegekoppler ermöglichen den Zugriff auf 100 % der Live-Daten. Mithilfe eines hochempfindlichen Anti-Tapping-Algorithmus erkennen die Systeme von VIAVI die Signatur der Abzapfstelle und selbst Biegekoppler, die den Datenverkehr nicht stören. **Kunden berichten, dass sie mit ihrer Lösung von VIAVI solche Abhörversuche häufig erkennen.**

Fall 4: Netzwerk-Flapping durch kurzzeitige Faser-Dämpfungseignisse

Der häufige, kurzzeitige Ab- und Aufbau einer Netzwerkverbindung am Router („Route-Flapping“) wird durch eine Störung im Netzwerk, darunter durch Fehler an der Hardware, Software und Konfiguration sowie durch sporadischen Ausfall der Verbindung auf der optischen Strecke („Link-Flapping“) verursacht. Eine solche dämpfungsbedingte Unterbrechung auf der Bitübertragungsschicht kann durch eine mechanische Bewegung an den Komponenten ausgelöst werden. Diese führt unter Umständen dazu, dass die Stirnflächen der Steckverbinder beispielsweise durch Windeinwirkung oder durch menschliches Fehlverhalten nicht mehr korrekt ausgerichtet sind. Diese Vorfälle werden auch als ISDFs (Intermittent, Short Duration Faults (sporadische Störungen kurzer Dauer)) bezeichnet. In diesem Fall führt der Router in schneller Folge Übertragungswiederholungen der Zieldaten aus und bricht diese Übertragung bei jeder Statusänderung der Verbindung (Flapping) ab. Auf diese Weise können die Netzwerkrouter keine stabile Verbindung zueinander aufbauen und sich nicht über die Topologie einigen. Die durch dieses Flapping verursachten Übertragungswiederholungen führen zu einem Paketstau, der einen plötzlichen Anstieg der Fehlerzahl (Fehlerburst) zur Folge hat. Dieser Zustand wird vom Nutzer als eine mangelhafte Dienstgüte (QoS) wahrgenommen, die sich unter anderem in einer verzögerten Darstellung von Multimedia-Inhalten, in verpixelten Videos und/oder in Form von Tonstörungen auswirken. Häufige Fehlerbursts sind teuer, wenn ganze Terabytes von Daten ihre Zieladresse nicht mehr störungsfrei erreichen.

Die neue Flash Fiber Monitoring Diagnostics Option von VIAVI ist 100 bis 300 Mal schneller als eine konventionelle Glasfaser-Überwachung. Bisher waren die Netzbetreiber nicht in der Lage, physisch begründete ISDF-Störungen zu lokalisieren, da die Messzeit traditioneller OTDR-Tests die Fehlerdauer übersteigt. Nun ist es aber möglich, ein kurzzeitiges, sporadisches optisches Dämpfungseignisse in nur 0,1 Sekunden zu erkennen und die Verbindung kontinuierlich auf solche Fehler zu überwachen, um die physische Position der Ursache zu ermitteln. Zur Sicherung einer maximalen Flexibilität und einer möglichst erfolgreichen Fehlerdiagnose kann diese optionale Flapping-Überwachung und -Erkennung bei Bedarf zeitweise online aktiviert oder rund um die Uhr, während des Betriebs eingesetzt werden.

Die Flash Fiber Monitoring Diagnostics Option bietet sich unter anderem an zum Identifizieren:

1. von menschlichen Eingriffen, die ein Route-Flapping auslösen, wie das Trennen und erneute Stecken von Verbindern oder zu kleine Biegeradien an Spleißkassetten.
2. einer fehlerhaften Ausrichtung der Faserstirflächen in Steckverbindern durch sporadische Zugbewegungen am Glasfaserkabel.
3. von zeitweisen Biegestellen am Glasfaserkabel, die die Übertragung der Lichtsignale beeinträchtigen.
4. von potenziell defekten Komponenten, die die Laser-Leistungspegel zu stark dämpfen.

Erkennung / Überwachung plötzlicher Glasfaser-Dämpfungereignisse im Netzwerk



1. Durch den Einsatz der Flash Fiber Monitoring Option können Sie sporadisch auftretende Fehler sowie die auslösenden Faserereignisse 100 bis 300 Mal schneller erkennen und lokalisieren.
2. Sie werden sofort mit Angabe des Zeitstempels und der Messwerte über auftretende Dämpfungsänderungen und Ausfälle informiert.
3. Auf dieser Grundlage können Sie die tatsächliche physische Ursache für das Faser-Flapping ermitteln und die in der Dienstgütevereinbarung (SLA) geforderte Verfügbarkeit auf über 99,999 % verbessern.
4. Damit ist es Ihnen möglich, den zuverlässigsten und besten Serviceprovider auf dem Markt auszuwählen und von dem tatsächlich Verantwortlichen eine Entschädigung einzufordern.

Diese innovative, von VIAVI patentierte Option wurde einzig mit dem Ziel entwickelt, die Fehlerdiagnose beim Netzwerk-Flapping zu erleichtern. Sie stellt einen Zeitstempel des Dämpfungereignisses zur Verfügung, der mit dem Route-Flapping-Ereignis oder anderen Fehlerereignissen im NMS-System oder in der Topologie-Tabelle des Routers korrelierbar ist. **Die Kunden sehen die geografische Position dieser Ereignisse und sind in der Lage, die Fehlerdiagnose und -behebung deutlich zu beschleunigen, da sie die ISDF-Störungen, die durch die plötzlichen Dämpfungereignisse ausgelöst werden und die insbesondere bei hohen Übertragungsraten kritisch sind, erkennen und lokalisieren können.**

Fall 5: Netzwerk-Diagnose und Erkennung alternder Glasfasern mit ONMSi Fiber Analytics

Die oben genannten Überwachungsanwendungen verfolgen das Ziel, die Erkennung, Lokalisierung und Behebung von Störungen zu beschleunigen. ONMSi Fiber Analytics ermöglicht darüber hinaus jedoch das proaktive Management alternder Glasfaser-Leitungsnetze. Hierbei ist es ein nicht zu unterschätzender Vorteil, wenn man Trends ermitteln und die Effektivität von Verbesserungsinitiativen im Netzwerk kontrollieren kann. ONMSi Fiber Analytics versetzt die Kunden in die Lage, die Daten aktueller und vergangener Trace-Ereignisse, Ausfälle und Reparaturen umfassend zu analysieren und mit den Netzwerkdaten zu korrelieren. Die automatisierte Analyse aller Informationen, die sich in den Tausenden von Glasfaser-Ereignissen des Netzwerks verbergen, erlaubt dem Anwender, jeden überwachten Abschnitt des Glasfaserkabels zu bewerten, Trends anzuzeigen und die Ereignisse, die die Dämpfungsänderungen und -alarme ausgelöst haben, zuverlässig zu identifizieren.

Damit ist es möglich, Wartungsmaßnahmen sogar unter Berücksichtigung der konkreten optischen Störung des einzelnen Kabels zu priorisieren, um das Leistungspotenzial des gesamten installierten Netzwerks in vollem Umfang auszuschöpfen.

ONMSi Fiber Analytics hilft den Netzbetreibern dreifach:

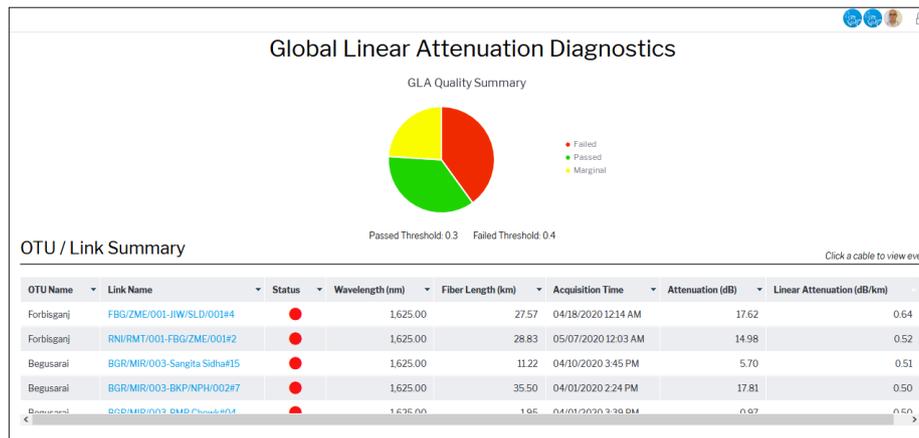
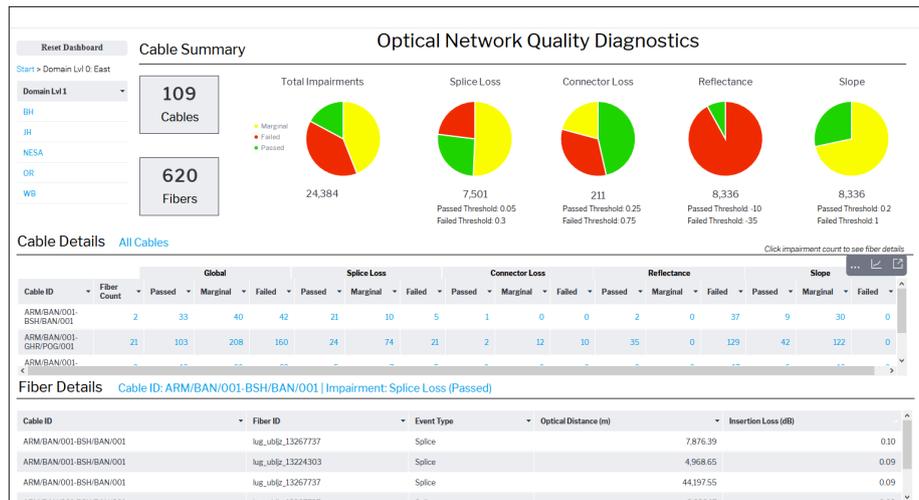
1. durch den Zugriff auf die verborgenen Daten Tausender Faserereignisse.
2. durch die Fehlerdiagnose und Priorisierung von Korrekturmaßnahmen.
3. durch die Ergebniskontrolle, die Trendermittlung und das Management von Initiativen.

INSTALLATION / AKTIVIERUNG QUALITÄTS-SICHERUNG NETZAUFBAU WARTUNG AUSBAUPLANUNG TECHNOLOGIE-UPGRADES

Die Netzwerkd Diagnose ermöglicht, informierte Entscheidungen zu treffen und kritische Fragen zu beantworten:

Die Diagnose des optischen Netzes erlaubt, die Berichterstattung für die Netzwerkdomänen des Kunden besser zu organisieren, um jede einzelne Glasfaser bis auf die Störungsebene hinunter zu bewerten. Die zusammenfassende Ergebnisanzeige versetzt den Anwender in die Lage, die geforderten Qualitätsstandards einzuhalten, da er die dringendsten Problemstellen des Netzwerks mit Vorrang bearbeiten kann.

Zusammenfassende Qualitätsdiagnose des optischen Netzes: Welche Kunden sind von den dringlichsten Kabelfehlern betroffen?



Entscheidungen zur Prozessverbesserung und Abnahme der Arbeiten:

- Welche Korrekturmaßnahme sollte zur Verbesserung des Dienstes vorrangig durchgeführt werden?
- Welche Glasfaserkabel / KPIs sind beeinträchtigt?
- Welche Teams benötigen Weiterbildung / Schulung?
- Ist die Arbeitsausführung akzeptabel oder sind Nacharbeiten erforderlich?

Entscheidungen zur Umsatzsteigerung:

- Erlauben die optischen Budgets ein Upgrade auf höhere Übertragungsraten?
- Welche Glasfaserstrecken sind für anspruchsvolle SLAs nutzbar?
- Welche unbeschalteten Fasern (Dark Fiber) sind für den Kundendienst nutzbar?

Lösungsüberblick: Das Fernüberwachungssystem (RFTS) ONMSi ist auf jedes Netzwerk skalierbar

Die Produktfamilie ONMSi umfasst skalierbare Tools, einschließlich mehrere rackbasierte Fiber Test Heads (FTH) mit Kombinationen aus OTDR und Schaltmodulen, sowie in ausgewählten Konfigurationen auch integrierte WDM-Testzugangspunkte (TAP). Der Anwender hat die Wahl zwischen zwei Hardware- und zwei Software-Konfigurationen, die von einem einzelnen Testpunkt (P2P) auf bis zu 550 FTHs sowie über mehrere Netzwerkdomeänen und Teams hinweg skalierbar sind.

Anforderungsgerechte Konfiguration des Überwachungssystems

Um das benötigte System konfigurieren zu können, müssen die genauen Nutzungsfälle bekannt sein. Anschließend wird mit Unterstützung durch VIAVI das optimale OTDR ausgewählt und die Faser-Messzeit an die Anforderungen des optischen Netzes angepasst, sodass die erforderliche Portdichte geplant werden kann. Mit einem konventionellen OTDR beträgt die Messzeit für eine einzelne Glasfaser etwa 10–30 Sekunden, bei der speziellen VIAVI Flash Fiber Monitoring Option jedoch nur 0,1 Sekunde. Beim Aufbau des Netzes vor der Inbetriebnahme ist beispielsweise zu empfehlen, eine möglichst große Anzahl von Fasern pro FTH vorzusehen, um sicherzugehen, dass alle Fasern auf Anforderung online getestet werden können. Diese Vorgehensweise bietet sich an, wenn alle Faserstrecken zu möglichst niedrigen Kosten pro Faser lückenlos erfasst werden sollen. Zur späteren schnellen, wiederholten Überwachung an einsatzkritischen optischen Strecken sollten weniger Fasern im Messzyklus eingerichtet werden, um eine sehr kurze Messzeit sicherzustellen, die eine lückenlose Überwachung jeder einzelnen Faser gewährleistet.

Die Dauer des jeweiligen Messzyklus ist von der Anzahl der zu überwachenden Fasern, der Faserlänge (Entfernung) und dem Messalgorithmus abhängig: Bei vielen langen Glasfasern, die mit einer konventionellen OTDR-Kurve und einem sehr großen Datensatz erfasst werden, dauert es länger, bis der optische Schalter wieder zur ersten Faser zurückkehrt, als bei einem Messzyklus mit nur zwei kurzen Fasern, die mit der Flash Fiber Monitoring Option überwacht werden.

Software: Beide Software-Optionen, d. h. sowohl die punktuelle Überwachung (P2P) mit SmartOTU als auch das Fernüberwachungs- und Ferntestsystem ONMSi, gewährleisten effektive Alarmmeldungen, Benachrichtigungen und Fehlerlokalisierungen sowie die reibungslose Neuzertifizierung nach der Reparatur. Bei einem Ereignis auf der Glasfaser wird der Anwender innerhalb von Minuten über E-Mail, SMS oder SNMP informiert.

SmartOTU ist eine Software, die für die Punkt-zu-Punkt-Überwachung (P2P) entwickelt wurde. Sie kann sofort und ohne spezielle technische Schulung oder IT-Konfiguration im Fiber Test Head installiert und in Betrieb genommen werden.

Die Software **ONMSi RFTS** besitzt zusätzlich eine Datenbank, ein Management-Tool für FTHs, Berechtigungen für die Domäne und das Unternehmen sowie eine Berichtsfunktion, die die Auswirkungen der Störungen, die MTTR, die Position der Fehlerstellen sowie den Störungsverlauf im Netzwerk grafisch darstellt. Das ONMSi ermöglicht das Management des Netzwerks nach Domänen, die Festlegung spezifischer Überwachungsrichtlinien, die Integration in das kundeneigene Ticketing-System oder GIS, in das NMS-System, in die unternehmensspezifischen Anmeldeprozesse sowie in ONMSi Fiber Diagnostics. Über eine Programmierschnittstelle (API) ist ONMSi in andere Netzwerksysteme integrierbar. Das ONMSi unterstützt alle VIAVI Anwendungsfälle, einschließlich faseroptische Sensoren, die Zertifizierung der verlegten Glasfasern, die P2P-Überwachung sowie die P2MP-Überwachung in PON/DAA-Netzen.

ONMSi Fiber Analytics ergänzt eine Datenbank zur Faseranalyse sowie Diagnoseberichte mit standardmäßigen Dashboard-Ansichten und Berichtsfunktionen.

Das ONMSi benötigt einen (1) Server. Zur Gewährleistung einer hohen Verfügbarkeit werden zwei Server empfohlen.

Hardware: Beide FTHs unterstützen je nach ausgewählter Wellenlänge die Überwachung während des Betriebs (In-Service-Monitoring) sowie von unbeschalteten Glasfasern (Dark-Fiber-Monitoring). Es stehen zahlreiche Optionen zur In-Service-Fehlerdiagnose bei unterschiedlichen Wellenlängen zur Verfügung. Dazu zählen das durchstimmbare DWDM-OTDR-Modul, hochauflösende Module sowie Mehrwellenlängen- oder PON-optimierte Module für das modulare FTH-9000.



Sie haben die Wahl: Welcher Fiber Test Head und welche Software ist für Sie am besten geeignet?

Der kompakte FTH-5000 mit fest installiertem OTDR

Bis zu 16 Ports, 1/3 HE breit und 1 HE hoch

Optimiert für schnelle Messungen in Rechenzentren und kleinen PON-Vermittlungsstellen sowie für kurze und mittlere Entfernungen mit einem OTDR für 1625 nm oder 1650 nm. Geringe Abmessungen und niedriger Stromverbrauch. Zum Testen von mehr als 2000 Fasern pro FTH in Abhängigkeit von der Konfiguration des optischen Schalters.



Oder

Der anpassungsfähige FTH-9000 mit OTDR-Modul

1 HE breit und 2 HE hoch mit zahlreichen Port-Kombinationen

Modulare Plattform mit mehreren OTDRs zur Auswahl, einschließlich des neuen durchstimmbaren DWDM-OTDR sowie von OTDRs mit hohem Dynamikbereich für Langstrecken- und P2MP-Netze. Zum Testen von mehr als 4000 Fasern pro Gerät in Abhängigkeit von der Konfiguration des optischen Schalters.



+

Die **SmartOTU-Software** für die grundlegende punktuelle P2P-Überwachung ohne Server.

oder

Die **ONMSi-Software** zur umfassenderen Überwachung beim Aufbau, bei der Aktivierung und bei der Gewährleistung der Sicherheit des optischen Netzes, einschließlich für P2MP-Anwendungsfälle in PON/DAA-Netzen. Ermöglicht die Anzeige von Landkarten, die Darstellung der Verläufe, die Kontrolle der Einhaltung der Überwachungsrichtlinien, die Ermittlung von Trends, die Unterteilung nach Netzwerkdomänen sowie die Vergabe von Berechtigungen im gesamten optischen Netz.

und

ONMSi Fiber Analytics zur netzwerkweiten Diagnose mit mindestens einem zusätzlichen berichtenden Server. Für die hochverfügbare Konfiguration (Option) ist ein redundanter Server an einem zweiten Standort erforderlich.

