

## LWL-PRAXIS

# Kein Stillstand

## Moderne Spleiß- und Messtechnik für die LWL-Installation

Andreas Hornsteiner

Als die Glasfaser 1970 ihren Siegeszug als das bis heute zukunftssträchigste Medium der Telekommunikation und Datenübertragung antrat, entwickelte sich ein komplett neues Feld der Verarbeitungs- und Messtechnik für Lichtwellenleiter (LWL). Die Herausforderung bestand seinerzeit darin, sowohl lösbare Verbindungen (Stecker) als auch neue Techniken für die unlösbare, feste Verbindung wie die sog. Glasfaserspleißtechnik zu entwickeln. Seitdem haben sich die Techniken in der Übertragungstechnik sowie bei der Faserbearbeitung und -messung rasant entwickelt. Es folgt ein kurzer Überblick über die aktuellen Trends und Herausforderungen sowie über den Status quo der Technik.

*Dr. Andreas Hornsteiner ist Leiter des Geschäftsbereichs Faseroptik bei der Laser Components GmbH in Olching*

Die Anforderungen an die Technik heute sehen anders aus als noch vor zehn Jahren: Einfache Bedienung, Wartungsarmut und schnelle Verfügbarkeit werden immer wichtiger. Einerseits sind die Preise für Spleiße und Messungen in den letzten zwanzig Jahren dramatisch gefallen, andererseits steigt mit dem Siegeszug der Glasfaser, der in Deutschland auf der letzten Meile nun erst richtig beginnt, auch die Anzahl der Installationen, Spleiße und Messprotokolle.

### Spleißtechnik vor Ort

An vielen Stellen der Glasfaserverkabelung ist es nötig, die Fasern mit möglichst geringen Verlusten permanent zu verbinden, zum Beispiel bei Weitverkehrsverkabelungen neben Autobahnen, Zugtrassen oder Pipelines. Hier werden in der Verlegetechnik Leerrohre in den Boden eingebracht und danach das Kabel mit Einblastechnik in die Rohre verbracht. Abhängig von der Beschaffenheit der Landschaft sind dabei maximale Einblaslängen von ca. 3 km möglich.

Als Rechenbeispiel für eine durchgängige LWL-Verbindung soll hier die Strecke zwischen München und Stuttgart (ca. 200 km) dienen. Wenn man davon ausgeht, dass die mittlere Einblaslänge 2 km ist und das Kabel typischerweise 144 Fasern hat, müssten allein an diesem einen Kabel insgesamt 14.400 Glasfaserverbindungen realisiert werden. Stecker wären zur Verbindung der Teilstücke nicht sinnvoll, da die Verbindungen nicht mehr gelöst werden sollen und die Dämpfung der Stecker viel zu hoch wäre. Also fällt die Wahl auf die Spleißtechnik. In einem Lichtbogen bzw. durch eine Glimmentladung werden die mit 90°-Winkel präparierten Faserenden aufgeschmolzen (Erhöhung der Viskosität der Faser) und die Fasern fest



Bild 1: 3-Achsen-Spleißtechnik der neuesten Generation: Fitel S179

miteinander verbunden. Die dadurch verursachte Dämpfung ist mit typisch 0,01 dB sehr gering. Bei 100 Verbindungen pro Faser würden alle Spleiße auf dieser Distanz ungefähr zu einer Zusatzdämpfung von 1 dB führen.

### Moderne Spleißtechnik für Weitverkehrsverbindungen

Wie sieht nun die heute benötigte Technik aus, und welche Kriterien muss sie erfüllen? Für alle Verbindungen in Weitverkehrs- und Metronetzen sind heute 3-Achsen-Spleißgeräte mit automatischer Kernzentrierung das Arbeitsmittel der Wahl.

Als Beispiel für die neueste Generation sei das S179 von Fitel Furukawa betrachtet: Dieses Gerät erkennt den Fasertyp automatisch und zentriert in einer hochpräzisen 3-Achsen-Mimik die Kerne der Fasern so aufeinander, dass diese innerhalb von wenigen Sekunden mit höchster Qualität verspleißt werden können (Bild 1).

Die Anforderungen an die moderne Spleißtechnik sind vielfältig. Neben der automatischen Fasererkennung und einem schnellen, präzisen Spleißvorgang steht vor allem die einfache Bedienbarkeit im Vordergrund. Eine interne Beleuchtung des Spleißbereichs von oben und unten erleichtert den Einsatz unter schwierigen Licht-

NET 7-8/18

Kein Stillstand



Bild 2: Herausnehmbare Nut zur schnellen Reinigung vor Ort



Bild 3: Kompaktes, kostengünstiges FFTx-Spleißgerät: das Fitel Ninja (Foto: Fitel Furukawa)

verhältnissen. Austauschbare Faserhalterssysteme sorgen für schnelles, flexibles Arbeiten. Bei einigen Fasertypen, z.B. bei gelgeschützten Kabeln, sind Verunreinigungen an Nuten und Optiken nicht zu verhindern. Um die Reinigung dieser Elemente zu erleichtern, gibt es als aktuelle Neuerung bei Fitel Spleißgeräte, bei denen die V-Nuten vollständig herausgenommen werden können (Bild 2).

Moderne Geräte haben zudem Bluetooth- oder WLAN-Schnittstellen für den Datenaustausch. Über eine App können Daten aus dem Gerät abgerufen oder neue Programme und Daten eingespielt werden (z.B. bei Einführung eines neuen Fasertyps). Gummipuffer für hohe Schlag- und Schockfestigkeit sowie ein effizienter Schutz gegen Umwelteinflüsse sind heutzutage Standard für den Einsatz im Feld. Abstehende und bewegliche Teile wie zum Beispiel Monitore sind defektanfällig und verursachen so Ausfallzeiten und Servicekosten. Daher sind integrierte Systeme mit Touchscreen vorzuziehen.

Heute werden zudem oft biegeunempfindliche Fasern (BIF – Bend Insensitive Fiber) eingesetzt. Mit ihrem veränderten Kern-/Mantelaufbau haben im Moment viele Installateure mit älteren Geräten Schwierigkeiten beim Einhalten der Spleißqualität. Aktuelle Geräte haben für diese Fasern optimierte Automatikprogramme (SM-Auto), mit denen auch unterschiedliche Fasertypen mit minimierten Verlusten gespleißt werden können (z.B. SM auf BIF-Faser). Alle heutigen 3-Achsen-Spleißgeräte erfüllen dabei die Qualitätsanforderungen der großen Netzbetreiber aus deren technischen Vorschriften.

### Verbindungstechnik beim FTTH-Ausbau

Für den nun auch in Deutschland verstärkt einsetzenden FTTH-Ausbau ergeben sich etwas andere Hausforderungen: Um Haushalte anzuschließen, werden meist nur einzelne Spleiße benötigt. Daher sind die Anforderungen an den einzelnen Spleißverlust nicht ganz so hoch wie im Weitverkehr. Dafür müssen oft komplette Installations-Teams ausgerüstet werden, so dass handliche und vor allem kostengünstige Geräte gefragt sind (Bild 3). Am besten eignen sich kompakte V-Nut-Spleißgeräte, die die Faser über den Mantel justieren.

In einem überschaubaren Kostenrahmen kann jedem Techniker ein Spleißgerät zur Verfügung gestellt werden – und mittlerweile auch kostengünstige Smart-OTDRs für die nötigen Messungen. So lassen sich auch größere FTTH-Rollouts kosteneffizient umsetzen.

Die Kriterien beim LWL-Spleißen sind: hohe Qualität der Geräte, Wartungsempfindlichkeit, Robustheit, einfache Bedienung, Automatikprogramme, interne Beleuchtung des Spleißbereichs, schnelle und einfache Reinigung des Geräts sowie Kosteneffizienz, was nicht heißen muss, dass der geringste Anschaffungspreis entscheidend ist. Lokale schnelle Servicecenter sind ein Muss. Um im Servicefall Ausfallzeiten zu minimieren, werden Engpässe idealerweise mit Leihgeräten überbrückt.

### Anforderungen an aktuelle LWL-Messtechnik

Für die LWL-Installation sind heute drei Messgeräte wichtig: das Dämp-

NET 7-8/18

## Kein Stillstand



Bild 4: MPO-Dämpfungsmessset Viavi MPOLX-85P mit Mikroskop  
(Foto: Viavi)

fungsmessgerät, das OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) und das optische Stecker- und Mikroskop mit automatischer Auswertung. Früher waren die Messtechniken für Weitverkehr, Rechenzentren und den LAN-Bereich (Enterprise) strikt getrennt. Heute verschwimmen die Grenzen zunehmend und die Geräte werden immer universeller in allen Bereichen eingesetzt. Anforderungen an einfache Bedienung und schnelle Ergebnisanalyse mischen sich mit dem Hightech-Ansatz aus dem Weitverkehr, der Messspezialisten erfordert und komplexe Bedienoberflächen zur Verfügung stellt. Dämpfungsmesssets enthalten eine Lichtquelle (bei Singlemodefasern mobile Laserquellen) und ein Leistungsmessgerät. Entscheidend sind dabei heute eine hohe Speicherkapazität und die Möglichkeit, ein Stecker- und Mikroskop anzuschließen. Viele dieser Geräte gibt es auch in bidirektionalen Varianten, was die Messzeit erheblich verkürzt.

Im stark wachsenden Bereich der Rechenzentren werden zunehmend MPO-Multifaserstecker verwendet. Dafür sind seit kurzem automatische Sets mit Dämpfungsmessung, integrierten MPO-Stecker- und Mikroskop sowie Faservertauschungstest verfügbar (Bild 4).

Stecker- und Mikroskope werden als Sonden für die Stecker direkt verwendet, aber auch für Messungen durch Kupplungen hindurch. Dabei wird die manuelle Fokussierung zunehmend durch Autofokussysteme abgelöst (Bild 5). So können keine unscharfen Bilder der Stecker- und Mikroskopoberfläche entstehen, die früher oft Fehler bei der Auswertung nach IEC-61300-3-35 verursachten. Der automatische Stecker-



Bild 5: Steckerinspektion mit Autofokus im Feld  
(Foto: AFL)

qualifizierungsprozess wird dadurch sicherer und reproduzierbarer. Diese Mikroskope speichern die Messergebnisse und können diese mit Auswerteprotokoll an PCs, Handys oder Tablets übergeben, aber auch an Messgeräte wie OTDR- und Dämpfungsmessplätze oder – als Zukunftstrend – in die Cloud. Neu am Markt sind Mikroskope mit Autofokus und Autoverstellung, die MPO/MTP-Stecker vollautomatisch über einen Pass-Fail-Test qualifizieren können, z.B. der neue Sidewinder von Viavi. Die MPO-basierten Stecker sind nun auch in europäischen Rechenzentren immer stärker im Kommen.

Generell wachsen die Qualitätsansprüche an die faseroptischen Stecker stetig, da in der passiven Infrastruktur bei steigender Datenrate der weitaus größte Prozentsatz an Problemen durch Stecker verursacht wird. Lange war die Steckerqualifizierung das Stiefkind bei Installation und Betrieb. Insbesondere in den hochbitratigen Systemen sollten jedoch die Stecker bei jedem Steckvorgang gereinigt und im Idealfall auch inspiziert werden. Dies ist aber bei weitem noch nicht überall die Regel. Hier sind Schulungen und Ausbildung nötig, um Installateure, Netz- und Systemtechniker für dieses Thema zu sensibilisieren (LC Campus). Das Reflektometer/OTDR war zu Beginn der LWL-Technik hauptsächlich den Weitverkehrsnetzen vorbehalten. Heute wird es auch in der LWL-Abnahme- und -Kontrollmessung fast überall eingesetzt. Sein größter Vorteil ist die ortsaufgelöste Darstellung und Auswertung der gemessenen Strecke. Da diese puls- und rückstreubasierte indirekte Messmethode nicht selbster-



Bild 6: Einfache Benutzeroberfläche am Beispiel des Viavi MTS-4000 mit dem Smart Link Mapper (SLM)  
(Foto: Viavi)

klärend ist, konnte sie früher nur von Spezialisten durchgeführt werden. Um hier endgültige Messprotokolle erstellen zu können, muss die vor Ort durchgeführte Messung zudem später am Computer ausgewertet werden. Dementsprechend war die Bedienung und Auswertung der Geräte zunächst anspruchsvoll und nur für speziell geschultes Personal möglich. Da aber der Personalmangel zunehmend auch Quereinsteigern Möglichkeiten eröffnet, werden auch diese Geräte in letzter Zeit immer benutzerfreundlicher. Trotz der komplexen Messprinzipien bieten eine übersichtliche Benutzeroberfläche und grafische Ergebnisauswertungen am Gerät auch nicht in der Tiefe geschultem Personal die Möglichkeit, Abnahme- und Kontrollmessungen durchzuführen.

Nun kann man wahlweise eine grafische Oberfläche mit automatischer Auswertung nutzen oder die komplexe Kurve der OTDR-Messung direkt betrachten und beurteilen. Nichtsdestotrotz bleibt das grundlegende physikalische Prinzip des OTDR weiterhin erklärungsbedürftig. Insbesondere für schnelle Beurteilungsmessungen in Rechenzentren und Unternehmensnetzen ist die grafische SLM-Oberfläche (Smart Link Mapper) aber sehr hilfreich (Bild 6). Ereignisse auf der Strecke werden ausgewertet, symbolisch dargestellt und können sogar einem Pass-Fail-Test unterzogen werden. Eigentlich ermöglicht nur die zweiseitig gemittelte Messung zu 100 % korrekte Werte, aber in Anwendungsbereichen wie Rechenzentren und FFTx können als pragmatische Lösung einseitige OTDR-Messungen mit Pass-Fail-Test ausreichen. Entscheidend für einen effizienten Workflow am Gerät ist dann vor allem die Tatsache, dass man nach der Messung direkt am Gerät

Kein Stillstand

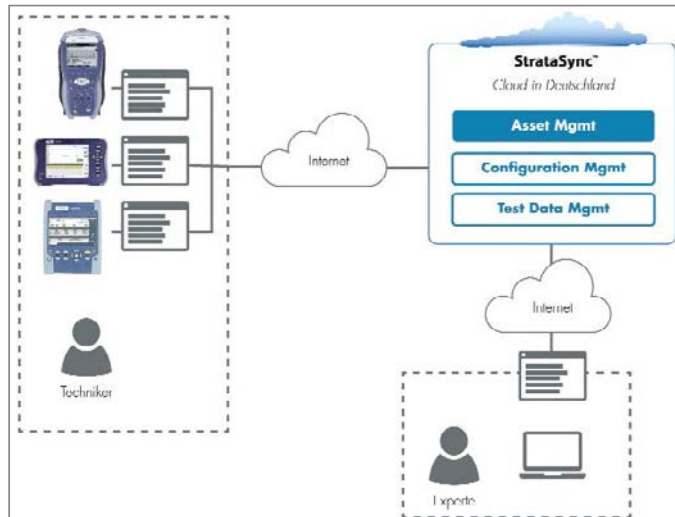


Bild 7: Cloudbasierte Messgeräteverwaltung, Messdefinition und Ergebnismanagement über die Cloud am Beispiel von Viavi StrataSync  
(Bild: Laser Components/Viavi)

zwischen OTDR-Kurve und grafischer Darstellung umschalten kann. Dies sollte bei einem Neugerätekauf immer ein wichtiges Kriterium sein. Ältere Geräte haben diese Möglichkeit nicht, was die Arbeit bei hohen Faserzahlen erheblich verlangsamt.

Je nach Anwendung stehen verschiedene grafische Oberflächen zur Auswahl: z.B. für FTTH (FTTH SLM), Mobilfunkantennen (FFTA-SLM) oder analoge Übertragung/Kabel (Cable-SLM). In letzter Zeit hat sich außerdem die sog. Multipulsmessung (OptiPulse) durchgesetzt und auch im Weitverkehr Einzug gehalten. Dabei wird die LWL-Strecke in derselben Messung mit verschiedenen Pulsängen vermessen. So erhält man zu Beginn der Strecke eine sehr hohe Auflösung (kurze Pulse) und bewahrt trotzdem einen hohen Messbereich/Dynamik (lange Pulse) in der Messung. Auflösung und Dynamik, die sich in der OTDR-Technik sonst entgegenstehen, werden so optimiert. Für Anwendungen in Rechenzentren sind seit kurzem auch OTDRs mit integriertem Schalter verfügbar. So können MPO-basierte Kabel schnell und effizient in einem Durchgang ohne Umstecken vermessen werden. Für CWDM-OTDR-Messungen gibt es seit einiger Zeit auch CWDM-OTDR-Module mit den ge-

wünschten separierten CWDM-Wellenlängen.

Wie bereits bei den Mikroskopen erwähnt, ist der aktuelle Trend zur Optimierung der Workflows die Verknüpfung von Messgerätepark, Messungen und zentraler Gerätekonfiguration über cloudbasierte Lösungen. Die Geräte im Feld können dann zentral verwaltet werden. Wichtige Messgeräteeinstellungen wie Konfigurationen und fällige Kalibrationsdaten werden zentral vorgegeben, eingesehen und übertragen. Die vor Ort ermittelten Messergebnisse werden automatisch an die Cloud übergeben. So können nicht nur faseroptische Messverfahren, sondern z.B. auch Ethernet-Tests zentral verwaltet und in Echtzeit in die Zentrale überspielt werden. Im europäischen Umfeld ist dabei wichtig, dass der Anbieter europäische bzw. deutsche Server zur Verfügung stellt. Als Beispiel sei die Viavi-Komplettlösung StrataSync mit ihrer spezialisierten Enterprise-Version CERTiFi genannt, eine Plattform zum Planen, Zuteilen, Testen und Analysieren der Messungen (Bild 7). Nutzerlizenzen mit einfachem Nutzungsumfang sind hierbei kostenfrei.

Festzuhalten ist: Die „Virtualisierung“ aller Messvorgänge im Netzumfeld, auch über die LWL hinaus, wird einer



Bild 8: BOTDR-Einschub für Überwachung oder die mobile Plattform SmartOTU  
(Foto: Viavi)

der dominanten Trends der nächsten Jahre sein. Vereinfachung, Zentralisierung, Kosteneinsparung und Zeitoptimierung sind hier die Schlagworte.

### LWL-Überwachung

Im Rahmen der Kritis-Gesetzgebung (kritische Infrastrukturen) haben die passiven TK-Strukturen (Kabel, Schächte, Infrastruktur) an Bedeutung gewonnen. Daher soll abschließend auch die notwendige Vorsorge im passiven Netzbereich erwähnt sein. Vorbeugende Überwachung der passiven Infrastrukturen wird, auch im Sinne der Kritis-Zertifizierungen, ein wichtiges Thema. Große Netzbetreiber nutzen zur 24/7-Überwachung der Fasern schon lange stationäre, zu diesem Zweck optimierte OTDR-Systeme. Dies wird nun auch für lokale Carrier relevant. Zur Infrastrukturüberwachung des LWL-Netzes werden diese Systeme durch faserbasierte Detektoren ergänzt, die z.B. Wassereintrüche erkennen oder feststellen, ob Türen oder Schächte geöffnet wurden. Auf diesem Markt herrscht derzeit viel Bewegung. So ist beim Marktführer Viavi mit dem BOTDR (Brillouin-OTDR) ein Modul vorgestellt worden, das sich in die OTU-Überwachungseinheiten (Optical Test Unit) des Herstellers integrieren lässt (Bild 8). Mit dieser ausgereiften Technik können ergänzend in komplexen Anwendungen lokal Temperatur und Stress auf die Faser ermittelt und ausgewertet werden. So können Glasfaser- bzw. Kabelüberwachung, Infrastruktursensorik für Schächte, Türen und Wasser-sensorik sowie ortsausgelöste Sensorik für äußere Einflüsse (Stress, Temperatur) im selben System ermittelt und überwacht werden. (bk)

NET 7-8/18