

# Fiber-Messtechnik bringt Licht ins Dunkel

## Ein Überblick: Die Begriffe in der Glasfaser-Messtechnik - Teil 2



### Dennis Zoppke

Wenig ist in diesen Zeiten so klar, wie dass unsere Daten in Zukunft über Glasfaser zu uns nach Hause kommen. Zwar ist immer noch ein Großteil aller Firmen und Haushalte in Europa über xDSL mit dem Internet verbunden, aber im Hintergrund rückt die Glasfaser immer näher an die Nutzer heran.

Dennis Zoppke ist Product Manager bei Intec

Nachdem im ersten Teil dieses Artikels ein Überblick über die Themen Fiber-Inspection-Tool, Optical Power Meter (OPM), Visual Fault Locator (VFL) und Optical Loss Test Set (OLTS) gegeben wurde, werden nun unter anderem die Begriffe Optical Fault Finder (OFF), Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) und GPON erläutert.

Die Glasfasertechnik stellt zum Teil ganz andere, herausfordernde Anforderungen an die Messtechnik. Um sie korrekt ausmessen und bewerten zu können, müssen daher neue Techniken und Verfahren entwickelt werden.

### Optical Fault Finder

Trotz aller Sauberkeit und Gewissenhaftigkeit beim Rollout der Glasfaserleitungen kann es immer wieder zu Problemen kom-

*In Zukunft werden unsere Daten per Glasfaser übertragen und wir dürfen uns auf höhere Geschwindigkeiten freuen. Voraussetzung aber ist, dass das Licht als Träger ungehindert durch die Leitung kommt (Foto: Barbara Jackson, pixabay)*

men. Hat man z.B. bei einer Störungsmeldung mit dem OPM oder dem OLTS festgestellt, dass es an „Power“ fehlt, ist guter Rat eben nicht teuer: Die einfachste Lösung bietet hier ein Optical Fault Finder (OFF) im SFP-Format, der sich oft sogar einfach nachrüsten lässt. Techniker nennen ihn auch  $\mu$ OTDR (kleines OTDR).

Sein Prinzip ist simpel: Es wird ein Lichtimpuls auf die Glasfaser gegeben und anschließend überprüft, ob es unerwartete Reflexionen (Events) gibt und anhand der Laufzeitunterschiede geschätzt, wo diese sich in etwa befinden. Oft hilft es bei der täglichen Fehlersuche, zu wissen, wie lang

die Glasfaserleitung ist und in welcher Entfernung es ein Event gibt. Stimmt das Ende der Leitung nicht mit dem vermuteten Event überein, ist etwas faul.

Ist die Leitung z.B. etwa 1 km lang, der Fault Finder detektiert jedoch bereits nach 500 m ein Event, so könnte es ein Koppler in einem Netzverteiler (NVt) in ca. 500 m Entfernung sein, der die ungewollte Dämpfung verursacht. Genauso gut könnte ein schlechter Konnektor, ein schlechter Spleiß, ein Faserbruch oder eine zu starke Biegung ursächlich dafür sein. Ein Fault Finder ist ein guter Helfer für den Alltag und deckt schnell offenkundige Probleme auf.

## Optical Time Domain Reflectometer

Komplexere Probleme erfordern allerdings auch komplexere Messmethoden. Ohne Frage ist das Optical TDR, also die optische Zeitbereichsreflektometrie, das genaueste Instrument zur Detektion von Glasfaserfehlern. Oft ist es aber leider teuer (mit steigender Genauigkeit) und schwieriger zu bedienen; es braucht Fachwissen. Die Geräte sind meist als reines Stand-alone-OTDR ausgelegt, d.h., viele weitere zusätzliche Messhilfen müssen vom Techniker mitgeführt werden.

Wichtig ist dabei nicht die klassische TDR-Reflexionskurve, die eigentlich nur von absoluten Experten interpretiert werden kann, sondern die Leistung der Auswertungssoftware dahinter. Anhand einer Streckengrafik werden Events nicht nur genau charakterisiert (Stecker, Spleiß, Biegung u.v.m.), sondern auf wenige Zentimeter genau lokalisiert (Bild 1).

Eine vereinfachte grafische Bedienung erlaubt das Auswählen jedes einzelnen Events per Touch. Zudem werden weitere wichtige Parameter zur Gesamt- und zur Teilstrecke geliefert, wie z.B. die optische Rückflussdämpfung (ORL – Optical Return Loss) und die Einfügedämpfung (IL – Insertion Loss). Erstere gibt Aufschluss



darüber, wie gut die oder der Steckverbinder die ungewünschten Reflexionen dämpfen – der Wert sollte möglichst hoch sein. Der zweite Wert gibt an, wie gut sich das Nutzsinal in die Faser einfügen lässt – dieser Wert sollte möglichst gering sein.

Geringe (3,5 m) Totzonen (Dämpfungstotzone) erlauben auch die Ermittlung von Problemen im Nahbereich (Last Mile) und können mit einer entsprechenden Vorlaufaser noch weiter verkürzt werden. Geringe (0,8 m) Ereignistotzonen (Abstand zwischen zwei Ereignissen) erlauben die Erkennung von vielen kurz aufeinanderfolgenden Events auf Kabellängen von bis zu 40 km, was für die letzte Meile mehr als ausreicht.

Zur weiteren Vereinfachung sollte bei der Anschaffung auf einen Automodus geachtet werden, der die nicht immer ganz einfache Konfiguration im Vorfeld eines Tests erspart.

Minimal sind zwei Wellenlängen notwendig, um aus den Laufzeitunterschieden Biegeradienverletzungen zu ermitteln,

*Bild 1: Grafische Event-für-Event-Analyse einer optischen Übertragungsstrecke mithilfe einer OTDR-Messung. Anhand einer Streckengrafik werden Events wie Stecker, Spleiß oder Biegung genau charakterisiert*

im Live-Betrieb störungsfrei zu messen (z.B. mit 1.650 nm Wellenlänge) und um auf der für einen echten Betrieb notwendigen Wellenlänge (z.B. 1.310 nm, GPON-Downlink) testen zu können. Weitere Wellenlängen und eine größere Genauigkeit lassen den Preis sehr schnell ansteigen.

## Gigabit Passive Optical Network

Da viele der oben genannten Messungen gerade auf der letzten Meile eine große Rolle spielen, soll nun zuletzt auf Gigabit Passive Optical Network (GPON) als die flächendeckende WAN-Technik der Zukunft eingegangen werden, da sie sich von einer klassischen Ethernet-Verbindung im LAN-Bereich unterscheidet.

Die GPON-Infrastruktur ist eine passive Punkt-zu-Mehrpunkt-Topologie,

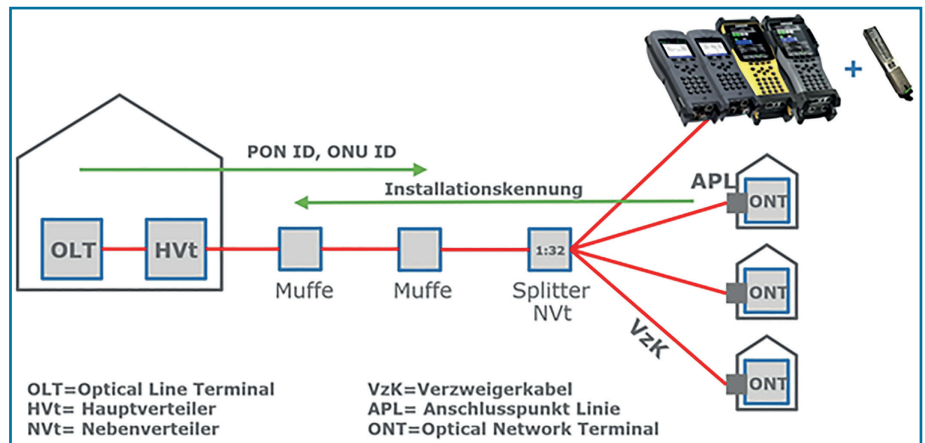
bei der mithilfe von passiven optischen Kopplern (engl. Splitter), sozusagen kleinen Spiegeln, der via Licht transportierte Datenstrom an alle Teilnehmer aufgeteilt wird (Shared-Medium-Technik). Alle an einem Splitter angeschlossenen Nutzer teilen sich die vorhandene Bandbreite, die die Gegenseite zur Verfügung stellt. Laut Standard sind das theoretisch max. 2,5 Gbit/s im Downstream und 1,25 Gbit/s im Upstream. Die vorhandene Bandbreite wird dabei per Zeitmultiplexverfahren (TDM – Time Division Multiplexing) auf die einzelnen Nutzer aufgeteilt.

Über eine einzige Singlemodefaser wird dabei gleichzeitig der Downstream auf der Wellenlänge 1.490 nm und der Upstream auf 1.310 nm aus Sicht des ONT übertragen. In Einzelfällen ist es noch möglich, via 1.550 nm dauerhaft ein Video-Overlay zu machen und so permanent TV-Inhalte zur Verfügung zu stellen.

## Leistungsbudgets vorgegeben

Verglichen mit der DSL-Infrastruktur ist das GPON-Modem beim Kunden das Optical Network Terminal (ONT) oder die Optical Network Unit (ONU). Es ist die Vermittlungsseite, also ist der GPON-DSLAM das Optical Line Terminal (OLT), Bild 2. Die Splitter können bis zu 32 Teilnehmer und mehr an einen OLT anbinden. Für jede spezielle Topologie werden von den Netzbetreibern ganz bestimmte Leistungsbudgets vorgegeben, die man mittels OPM oder PON-FMT prüfen kann.

Um eine korrekte Zuordnung der Datenströme sicherzustellen, teilt der OLT jedem ONT seine PON-ID mit. Diese ID ist individuell für den PON-Zweig, an dem die ONTs angeschlossen sind, es handelt sich dabei sozusagen um die OLT-PORT-ID. Anschließend erhalten alle angeschlossenen ONTs eine ONU-ID, die nun zur eindeutigen Identifikation beim Datenaustausch genutzt wird. Neben



**Bild 2: GPON-Streckenbau, PON-FMT-Messung nach ZIV43 an einem Glasfaser-Endpunkt. Die Splitter können bis zu 32 Teilnehmer und mehr an einen OLT anbinden**

der Messung der Einfügedämpfung ist das Ermitteln der PON-ID bei der Netz-inbetriebnahme (um sicherzustellen, dass man am richtigen PON-Zweig hängt) von entscheidender Bedeutung, ein normales OPM kann dies nicht. Das Messgerät muss hierzu in der Lage sein, via OMCI (ONT Management and Control Interface) mit dem OLT zu kommunizieren.

Die Gefahr dabei: Hängt ein „unautorisiertes“ ONT an einem PON-Zweig und sendet im Upstream in einem Zeitschlitz, der ihm nicht zugeordnet ist, wird er als Rogue-ONT (dt. Gauner) bezeichnet. Geht dies online, gehen ein oder alle anderen ONTs, die mit demselben PON-Port am OLT verbunden sind, offline oder häufig on- und wieder offline. Ist das Rogue-ONT nicht konfiguriert, werden die anderen ONTs, die auch nicht konfiguriert sind, nicht automatisch erkannt.

## Einfache Überprüfung

Nach Übertragung der Installationskennung und dem Protokollaufbau (PPP – Point-to-Point-Protokoll), der eigene Probleme mit sich bringen kann (z. B. falsches Passwort o.ä.), muss überprüft werden, ob ein Download möglich ist und der VoIP-Dienst funktioniert. Ist der ONT-Modus des Geräts in der Lage, mittels TR-069 die VoIP-Rufnummern auszulesen, ist schnell ein Testruf auf-

gebaut und die Sprachqualität überprüft. Probleme mit der Konfiguration können so ausgeschlossen werden. Gleichzeitig wird der Upstream getestet, der bei Betrachtung der Einfügedämpfung sonst unberücksichtigt bleibt.

Aus der Verbindung mit dem OLT erhält das Messgerät weitere Parameter und kann sie anzeigen und in einem Messprotokoll speichern, beispielsweise Sendepiegel, Dämpfung, PON-, Vendor- und ONU-ID sowie die Leistungsklasse. Ein GPON-Trace deckt Probleme im Authentifizierungsprozess der GPON-Verbindung auf.

## Performance-Tests

Wird die Down- oder Upload-Performance vom Kunden bemängelt, dann sollte an einer bekannten Gegenstelle, z.B. einem HTTP-/FTP-, Ookla- oder iperf-Server, ein Performance-Test ausgeführt werden.

Die Performance lässt sich an der LAN-Schnittstelle des ONT ermitteln, aber auch direkt an der GPON-Schnittstelle. Hierbei sollte die versprochene Bandbreite nachgewiesen werden können, möglichst parallel zu anderen Tests. So stellt sich die Frage, wie viel Downstream-Bandbreite bleibt, wenn gleichzeitig ein IPTV-Stream angefordert wird und mehrere VoIP-Rufe stattfinden. Solche Triple-Play-Tests müssen an GPONs

genauso möglich sein wie bei ADSL oder VDSL. Mit einem Kombitester lassen sich alle Geräte wie ONT, Modem, PC, Set-Top-Box oder Telefon simulieren, ohne alle Geräte mitführen zu müssen.

### Ausblick

In den Startlöchern steht schon der GPON-Nachfolger, das XGS-PON, wobei das X für die 10 Gbit/s (X = römisch 10), das G für Gigabit und das S für symmetrisch stehen.

Die ITU-T G.9807.1 spezifiziert tatsächlich 10 Gbit/s in Up- und Downstream-Richtung (symmetrisch). Dafür wurden sogar eigene Wellenlängen spendiert: 1.577 nm für den Downstream und 1.270 nm für den Upstream. Dadurch lässt sich ein XGS-PON auf der gleichen Glasfaserinfrastruktur ausrollen wie ein GPON. Ohne neue Leitungen zu verlegen, können über einen PON-Zweig Kunden via GPON mit bis zu 2,5 Gbit/s und andere via XGS-PON mit bis zu 10 Gbit/s beliefert werden.

Auch hier werden PON-ID und Einfügedämpfung zu ermitteln sein. Dies muss ggf. selektiv erfolgen, da gleichzeitig GPON- und XGS-PON-Wellenlängen genutzt werden können.

Wichtig: Auch hier muss darauf geachtet werden, dass das Messgerät nachrüstbar und in der Lage ist, auf allen Ebenen die Verfügbarkeit zu prüfen, von der Physik (Dämpfung) über die Authentifizierung (XGS-PON-ID) bis hin zum funktionellen IP-Test (Down-/Upload) und Performance-Test via iperf oder Ookla.

### Fazit

Die nächsten Jahre werden eine Zeit des Übergangs bleiben. Ein Großteil aller Breitbandnutzer in Europa ist immer noch via ADSL, VDSL oder G.fast ans Netz angebunden. Die Glasfaser rückt aber in Form von FTTC (Fiber to the Curb) über FTTB (Fiber to the Building/Basement)



**Bild 3:** Nachrüstlösungen für xDSL-Bestandsgeräte von Intec erlauben gleichzeitig eine kalibrierte Dämpfungsmessung, das Auslesen der PON-ID und Performance-Messungen von Down- und Upload, wie hier am Argus xDSL-Tester (Fotos: Intec)

bis hin zu FTTH (Fiber to the Home) immer näher an den Kunden, ein letztes Stück Kupfer wird aber im Bestand von Mehrfamilienhäusern und in Ballungsgebieten noch lange verbleiben. Nie war es daher wichtiger, sich messtechnisch universell aufzustellen. Gut, wenn man die „alten“ DSL-Tester mit den neuen Messmethoden für sämtliche optischen Schnittstellen nachrüsten oder aber bei Neubeschaffung auf Fiber-Kombitester setzen kann, die nach wie vor für alle wichtigen Schnittstellen im Feld gerüstet sind. Der Messgerätehersteller Intec bietet zurzeit als

einzig für xDSL-Bestandsgeräte solche Nachrüstlösungen im SFP-Format an, die gleichzeitig eine kalibrierte Dämpfungsmessung, das Auslesen der PON-ID und Performance-Messungen von Down- und Upload via Speedtest by Ookla oder iperf oder nach RFC 6349 (Real Speed) direkt an der optischen Schnittstelle ermöglichen (Bild 3). Gleichzeitig hat das Lüdenscheider Unternehmen mit dem neuen ARGUS 300 einen Fiber-Multitester im Portfolio, der alle diese Funktionen in einem völlig neuen Messgerätekonzept vereint.

[www.argus.info](http://www.argus.info)