Tests an gemischten Glasfaseranschlüssen (GPON und XGS-PON)

Drei wichtige Schritte beim Messen in PONs: selektives Pegelmessen, ONT simulieren und Performance prüfen

Mit XGS-PON ist da, wo schon Glasfaser drin ist, ein neues Geschwindigkeitslevel möglich. Zudem kann für XGS-PON die gleiche Glasfaser-Infrastruktur verwendet werden, die für GPON bereits in weiten Teilen ausgebaut wurde. Allerdings bringt dies neue Herausforderungen an die Messtechnik mit sich.

Wie so oft im Leben, gilt auch in der Telekommunikationslandschaft: Die einen preschen vor, die anderen warten ab. Oder anders gesagt: Die einen wollen so viel Bandbreite, wie sie kriegen können, den anderen reicht das schwache WLAN am DSL-Anschluss des Nachbarn.

Das Telekommunikationsnetz in Europa war noch nie so vielfältig und dadurch so komplex wie heute. Die meisten User gehen immer noch kupfergebunden via ADSL oder VDSL ins Netz, aber Glasfaserkunden holen auf und fordern immer mehr Tempo; nicht zuletzt durch die zunehmende Digitalisierung und mehr Homeoffice sowie einen neuen Mitspieler im Bereich der optischen Schnittstellen, nämlich XGS-PON.

XGS-PON soll die gesamte TK-Infrastruktur, zumindest da, wo schon Glasfaser ausgebaut ist, auf ein neues Speed-Level bringen: 10 Gbit/s heißt das Ziel. Das Besondere daran: Es kann die gleiche Glasfaser-Infrastruktur dafür verwendet werden, die für GPON (Gigabit Passive Optical Network) bereits in weiten Teilen ausgebaut wurde. Aber genau das bringt neue messtechnische Herausforderungen mit sich, da XGS-PON andere optische Wellenlängen als GPON nutzt (siehe Tabelle). Das erlaubt nicht nur das Nutzen der gleichen Fasern, sondern auch das gleichzeitige Ausrollen von GPON und XGS-PON über ein und dieselbe Glasfaserleitung. Vermittlungsseite und Endgeräte (ONT – Optical Network Terminal) müssen diese natürlich unterstützen und somit gegebenenfalls erneuert werden. Kann das ein Messgerät mit einfachem integriertem OPM (Optical Power Meter) noch leisten? Und was sagt die Messung dann aus?

Selektives Pegelmessen

Dazu sind zunächst ein paar einführende Worte zum Aufbau von PONs notwendig. Beim PON handelt es sich um eine Punkt-zu-Mehrpunkt-Topologie (s. Bild 1), bei der von optischen Splittern (passiv, also ohne aktive Stromversorgung auf der gesamten Strecke) der über die Glasfaser übermittelte Datenstrom allen Teilnehmern zur Verfügung gestellt wird. Alle an einem solchen Splitter angeschlossenen Nutzer teilen sich die vorhandene

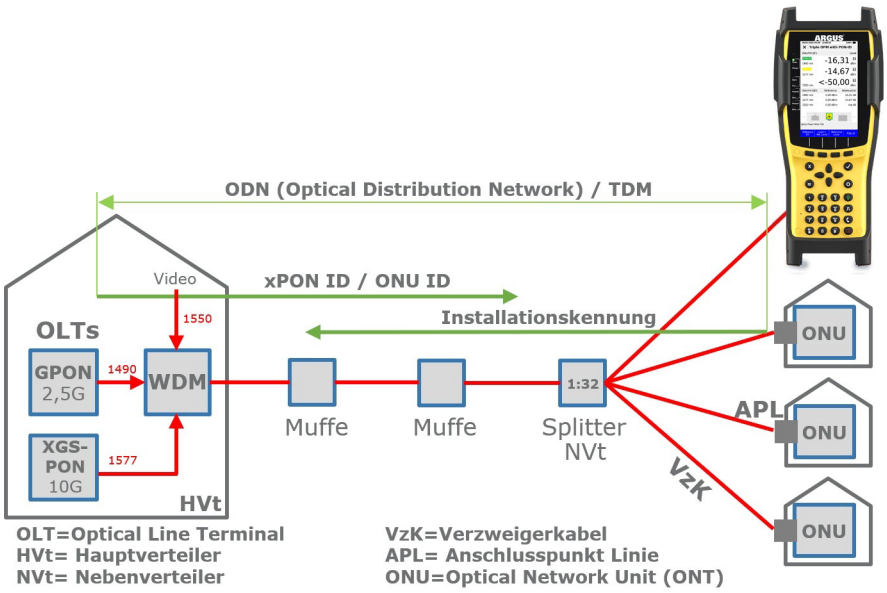

Bild 1:
Aufbau eines koexistierenden GPON- und XGS-PON-Netzes

Bandbreite, die die Gegenseite (OLT – Optical Line Terminal) zur Verfügung stellt. Laut GPONStandard (ITU-T G.984.3) sind das max. 2,5 Gbit/s im Down- und 1,25 Gbit/s im Upstream. Die gesamte Bandbreite wird dabei per Zeitmultiplexverfahren (TDM – Time Division Multiplex) auf die einzelnen Nutzer aufgeteilt. Über eine einzige Faser (Singlemode) wird dabei gleichzeitig der Downstream auf der Wellenlänge 1.490 nm und der Upstream auf 1.310 nm übertragen.

Beispiele für eine solche Messung. Das Wichtigste ist allerdings dabei, dass das selektive Power Meter verlustfrei und hochgenau (±0,25 dB) das vorhandene Leistungsbudget bestimmen kann.

Trotz Filterung ist es wichtig, dass der Techniker ohne Umzustecken auch andere eventuell auf dieser Leitung befindlichen Wellenlängen (Alien-Lambda oder Alien-Wellenlänge) bestimmen kann. Hierfür kommt das für Standard-OPMs übliche optische Fenster von 850 bis 1.625 nm in Frage, das auch die beiden

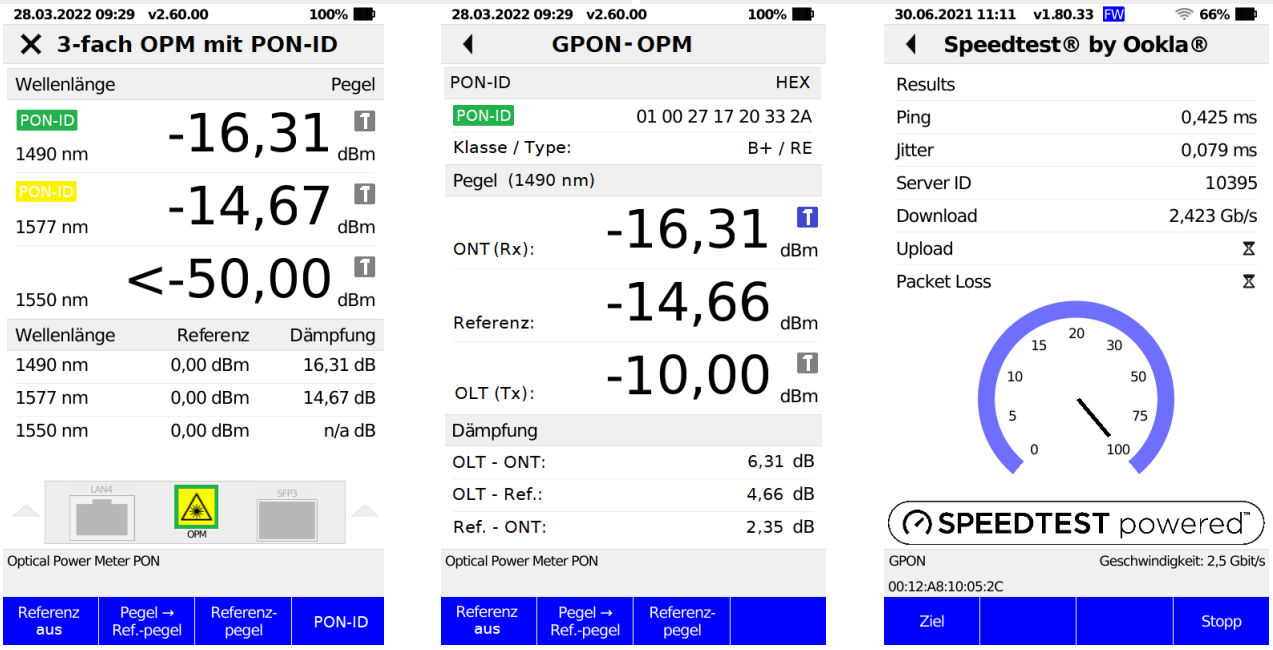

Bild 2: Geführter OPM-Messablauf an gemischten PON-Anschlüssen: Pegelmessung (links), xPON-ID (Mitte) und Speedtest by Ookla (rechts).

Bei XGS-PON (ITU-T G.9807.1) können via Wellenlängen-Multiplexverfahren (WDM – Wavelength Division Multiplex), zusätzlich zu GPON, 10 Gbit/s gleichzeitig in beide Richtungen übertragen werden. Dazu werden im Downstream 1.577 nm und im Upstream 1.270 nm als Wellenlängen eingesetzt.

Zusätzlich bleibt es möglich, via 1.550 nm dauerhaft ein Video-Overlay zu broadcasten und so TV-Inhalte über die gleichen Lichtwellenleiter zur Verfügung zu stellen. Ein riesiges Durcheinander?

Fünf Wellenlängen gleichzeitig auf einer einzigen Faser, damit wird kein handelsübliches Power Meter mehr zurechtkommen. Was daher benötigt wird, ist das selektive Messen einzelner Wellenlängen an einem solchen Anschluss. Trennt man zum Messen an der Glasfaser das optische Modem (ONT) vom PON-Zweig, so fallen schon einmal die beiden Upstream-Wellenlängen weg – das macht es etwas übersichtlicher, aber nicht unbedingt einfacher.

Ein solches Messverfahren oder Messgerät nennt man „selektives OPM“ oder „Dreifach-OPM“. Dazu muss das Messgerät zunächst die erwartbaren Downstream-Wellenlängen filtern und so unbeeinflusst vom übrigen Licht messen können. Dies gelingt bislang nur wenigen Anbietern am Markt. Verfügt das Gerät über eine intelligente Software, so kann es dem Techniker zeigen, welche Technologien sich auf dem Anschluss befinden – eine enorme Vereinfachung, die erst den Weg für weitere Tests ebnet; Bild 2 zeigt

Upstream-Wellenlängen 1.310 und 1.270 nm abdeckt. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle Leistungsbudgets eingehalten werden und keine unerwünschten Sender anwesend sind.

Außerdem nicht zu unterschätzen: Das Arbeiten an optischen Netzen ist für viele Techniker noch neu. Oft ist nicht bekannt, dass die Leistung, die ein OLT an einem seiner Ports zur Verfügung stellt, extrem hoch ist (bei XGS-PON bis zu 15 dBm, bei GPON 5 dBm), da das Licht kilometerlange Strecken, Splitter, Spleiße und Konnektoren überwinden muss und der direkte Anschluss vom ONT oder empfindlicher Messtechnik an den OLT direkt und unwiderruflich zur Zerstörung derselbigen führt. Zum Schutz der Investitionen muss also darauf geachtet werden, dass die Messgeräte hiervor geschützt sind und den Anwender warnen.

Der richtige PON-Zweig

Bis zu 32 ONTs sind an die Vermittlungsseite (OLT) über unterschiedliche Splitter angebunden (s. Bild 1). Es werden aber oft weniger sein, je nach Bandbreitenbedarf und örtlichen bzw. bautechnischen Gegebenheiten. Für jede individuelle Topologie werden von den Netzbetreibern oft bestimmte Leistungsbudgets vorgegeben, die man mithilfe eines selektiven OPMs prüfen kann.

Um die Datenströme für jeden Teilnehmer richtig zuordnen zu können, teilt der eine OLT auf Vermittlungsseite jedem ONT eine PON-ID mit, die xPON-ID. Diese ist einzigartig für den PONZweig, an dem die ONTs angeschlossen sind (s. Bild 1); es handelt sich

dabei um die Port-ID des OLT. Die angeschlossenen ONTs erhalten vom OLT dann eine feste ONU-ID (ONU – Optical Network Unit), die zur Identifikation beim weiteren Datenaustausch genutzt wird.

Verfügt das Messgerät nicht nur über eine intelligente Optik und einen Assistenten, die das gezielte Messen der optischen Leistung bei verschiedenen Wellenlängen erlauben, sondern auch über einen vollwertigen GPON-Chip, dann ist es möglich, die PON-ID bei GPON aus der PLOAM-Nachricht (PLOAM – Physical Layer Operation Administration and Maintenance) via OMCI (ONT Management and Control Interface) bzw. bei XGS-PON als XGS-PON-ID direkt aus dem Rahmen zu lesen und anzuzeigen (s. das mittlere Bild in Bild 2). Die dafür in die Optik integrierten Empfangsdioden müssen speziell für die schnelle Folge von Datenpaketen geeignet sein.

Derart ausgestattete Fiber-Messtechnik erlaubt es zudem ohne weiteres Zutun des Technikers und das oft für Verunreinigungen anfällige Umstecken des Glasfaserkabels, die Sendeleistung des OLT auszulesen und direkt die Einfügedämpfung (Insertion Loss) zu berechnen. Somit stehen drei wichtige Werte zur Verfügung:

- die gefilterte Messung der optischen Leistung;
- die optische Dämpfung der Strecke;
- die xPON-ID.

Weitere via Chip ausgelesene Parameter wie z. B. die ODN-Klasse (Optical Distribution Network, optisches Verteilungsnetz) oder die Anwesenheit von Range Extendern (optischen Repeatern) können zusätzlich zu einer Pass/Fail-Bewertung des Anschlusses herangezogen werden.

Um sicherzustellen, dass man am richtigen PON-Zweig hängt, ist gerade das Ermitteln der PON-ID bei der Inbetriebnahme von entscheidender Bedeutung. Ein normales OPM und auch verschiedene „selektive OPMs“ können dies nicht.

Hängt ein ONT an einem PON-Zweig und sendet z.B. bei GPON im Upstream in einem Zeitschlitz, der ihm so nicht zugeordnet wurde, so wird es als Rogue ONT („Gauner-ONT“) bezeichnet. Geht dieses online, gehen alle anderen ONTs, die mit demselben PON-Port am OLT verbunden sind, offline bzw. häufig on- und wieder offline. Ist das Rogue ONT nicht konfiguriert, werden die anderen ONTs, die auch nicht konfiguriert sind, nicht automatisch erkannt.

Aber reicht das, um sicherzustellen, dass störungsfrei mehrere Gbit/s geliefert werden können?

Bild 3: Der neue ARGUS 240 testet an GPON- und XGS-PON-Anschlüssen

Die Königsdisziplin

Sollte bis hierhin alles reibungslos überprüft oder in Betrieb genommen worden sein, spricht rein physikalisch eigentlich nichts mehr dagegen, dass der Anschluss funktioniert. Um einen GPON- oder XGS-PON- Anschluss im Fehlerfall vollständig zu testen oder nach dem Rollout in den Dauerbetrieb zu übergeben, ist es genauso wie an anderen Anschlüssen notwendig, das Protokoll aufzubauen, den Identifikationsprozess durchzuführen, Dienste wie VoIP oder IPTV auf Funktion zu überprüfen und leistungsfähige Speed-Tests via FTP/HTTP-Up- und Download, iperf oder Ookla zu simulieren (s. das rechte Bild in Bild 2). Dafür allerdings muss der PON-Tester eine vollständige ONT-Simulation durchführen können. Hier ist es von Vorteil, wenn man die ONT-Simulation getrennt von der Optik zur Pegelmessung konnektieren kann. Ein SFP-Slot zur Einbindung unterschiedlicher „Optiken“ für GPON oder XGS-PON oder weiterer Standards (EPON, XG-PON, NG-PON2) ist dafür ideal und entkoppelt Pegel- von Performance-Messungen. Auch lässt sich damit die häufig von kleineren Netzbetreibern oder in Firmennetzen ausgebaute aktive FTTH-Technik als P2P-Active-Ethernet-Variante (P2P – Punkt zu Punkt) direkt überprüfen. Einfache Transceiver können bei Verschleiß der Buchse ersetzt werden und verlängern so die Lebensdauer des Testers.

Nur die vollständige ONT-Simulation, die von nur wenigen Herstellern angeboten wird, erlaubt so die Übertragung der Installationskennung und den PPP-Protokollaufbau, der auch eigene Probleme wie ein falsches Passwort aufdecken kann. Das ist die

Voraussetzung, um überprüfen zu können, ob Downloads überhaupt möglich sind und die Triple-Play-Dienste wirklich funktionieren. Wenige Geräte können darüber hinaus via TR-069 (Spezifikation zum Datenaustausch zwischen Server und Endgerät eines Providers) die Rufnummern auslesen und so fix einen VoIP-Testruf aufbauen und die Sprachqualität prüfen.

Nur so können Probleme mit der gesamten Konfiguration von ONT und OLT schnell ausgeschlossen werden. Denn neben der Performance im Downstream kann auch die Performance im Upstream gemessen und bewertet werden. Ein GPON-Trace deckt ergänzend Probleme im Authentifizierungsprozess auf.

Fazit/Sonstiges

GPON und XGSPON werden den flächenmäßigen Ausbau optischer Netze in den nächsten Jahren klar dominieren, dazu kommen aktive Ethernet-Strecken (FTTx, P2P). Kombiniert ein Gerät selektives OPM, ONT-Simulation und Perfomance-Messung für genau diese Vielfalt, ist es ideal auf die neuen Herausforderungen zugeschnitten. Einige wenige Player am Markt, wie beispielsweise intec mit seinen Geräten der Marke ARGUS, verfügen darüber hinaus über die Möglichkeit, für tiefergehende Fehlersuche oder weitergehende Performance-Tests die oben genannten Messmethoden um weitere zu ergänzen. Auch lässt sich der ARGUS® 240 mit einem Fiber-Inspection-Tool erweitern, mit dem man die Faserenden bei jedem Steckvorgang auf Verunreinigung und Beschädigung prüfen kann.

Selbst Kunden mit sehr inhomogenen Netzen werden hier fündig: Sie können ihren neuen vollwertigen PON-Tester noch mit WLAN- und Ethernet-Messtechnik ausstatten lassen.

	GPON	XGS-PON
ITU-Standard:	G.984.3	G.9807.1
Wellenlänge Downstream:	1490 nm	1577 nm
Wellenlänge Upstream:	1310 nm	1270 nm
Maximale Datenrate:	2,5 Gbit/s/ 1,25 Gbit/s	10 Gbit/s symm.

Tabelle 1: Unterschiede / Vergleich GPON und XGS-PON

Ausblick

Die in vielen Bereichen noch dringend erforderliche Digitalisierung, u.a. im Bereich der Verwaltung, der Energieversorgung und im ÖPNV, wird noch viele innovative und effizientere Kommunikationslösungen erforderlich machen und zusammen mit dem gesteigerten Bandbreitenbedarf des Homeoffice, den Anforderungen durch neue UHD-Streaming-Dienste und 5G auch die Telekommunikation und ihre optischen und kupfergebundenen Schnittstellen und Netze immer wieder verändern. Ob XGS-PON und GPON dies in den nächsten Jahren leisten können, bleibt abzuwarten, aber 10 Gbit/s sind schon eine ganze Menge!