

# Empfohlene Testverfahren für PON Netze der nächsten Generation

white  
paper

**EXFO**

# Empfohlene Testverfahren für PON Netze der nächsten Generation



white  
paper



**Guillaume Lavallée**  
Product Line Manager,  
EXFO

## Testen von passiven optischen Netzen (PON) der nächsten Generation

Da Gigabit-Datenraten heute unverzichtbar geworden sind, ziehen die Serviceprovider in Erwägung, ihre aktuelle Glasfaserinfrastruktur mit Komponenten für passive optische Netze der nächsten Generation (NG-PON) zu modernisieren. Neben dem Breitbandausbau versprechen Business Services und 5G Small Cell Support weitere Einnahmequellen. Dieses Whitepaper erläutert, worauf die Netzbetreiber achten müssen, um zu gewährleisten, dass ihre Infrastrukturen eine solche Entwicklung unterstützen können.

In den heutigen FTTH-Netzen ist zumeist eine Zubringerfaser an die Vermittlungsstelle (VST) bzw. Central Office (CO) angeschlossen. Diese Faser kann bis zu 30 km lang sein und führt zu einem Splitter. Dieser splittet das Licht gewöhnlich in 32 einzelne Fasern auf, die jeweils in einer Wohnung enden. Die Faserstrecke vom Splitter zum Endkunden wird als F2 Faser bezeichnet.

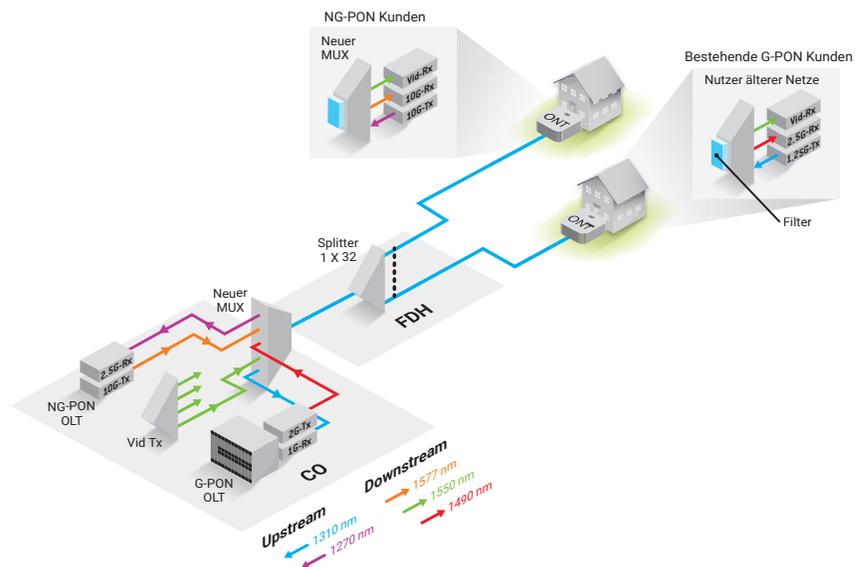


Abbildung 1: Typische PON-Topologie

Ob PON Netze der nächsten Generation oder FTTH Netze mit langsameren Geschwindigkeiten, das größte Problem im Feld sind verschmutzte oder beschädigte Steckverbinder. Verunreinigte Steckverbinder können zu Verlusten und/oder Reflexionen führen, weshalb die Sauberkeit der Stecker entscheidend ist. Auf dem zweiten Platz folgen physische Defekte an der Glasfaser selbst, wie z.B. eine zu starke mechanische Belastung. Diese entsteht, wenn die Faser beispielsweise mit Kabelbindern befestigt oder der Biegeradius nicht eingehalten wurde. Viele Fachartikel der Branche erläutern, wie wichtig es ist, diese grundlegenden Prüfungen (Sauberkeit der Steckverbinder und Fasercharakterisierung) unabhängig von der Netztopologie, d. h. nicht spezifisch für FTTH und PON, durchzuführen. Dieses Whitepaper konzentriert sich jedoch auf PON-Netze sowie auf die Herausforderungen und Lösungen für PON-Netze der nächsten Generation (NG-PON).



PON-Netze der nächsten Generation bieten mehrere Vorteile, wie eine größere Bandbreite und ein höheres Splittingverhältnis. Allerdings stellen die zusätzlichen Wellenlängen im Upstream und Downstream eine größere Herausforderungen dar.

## Die Einführung von PON-spezifischen Leistungspegelmessern mit Durchgangsmessung

Die von der Wohnung, d. h. am optischen Netzabschluss (Optical Network Termination - ONT) eingespeisten Daten, sind aus zwei Gründen schwer zu messen und zu validieren:

- 1. Während der Installation befindet sich der ONT typischerweise im Keep-Alive-Modus und sendet kurze Datenblöcke (Bursts) aus. Das bedeutet, dass im Upstream keine kontinuierliche Übertragung erfolgt. Daher sind konventionelle Pegelmesser nicht in der Lage, die am ONT eingespeiste Leistung zu ermitteln.
- 2. Der ONT sendet nur dann im Upstream, wenn es vom Optical Line Terminal (OLT) in der Vermittlungsstelle ein Downstream-Signal empfängt. Um die Leistung in beiden Übertragungsrichtungen messen zu können, muss der ONT zudem ausreichend Leistung empfangen und korrekt senden. Ein normaler Leistungspegelmesser ohne Durchgangsmodus kann die vom ONT in die Glasfaser eingekoppelte Leistung nicht überprüfen, da der ONT nach Anschluss des Messgerätes kein Downstream-Signal vom OLT mehr empfängt und daher auch nicht senden würde.

Aus diesen Gründen hat die Prüf- und Messtechnik-Industrie Anfang der 2000er Jahre PON-spezifische Pegelmesser für Durchgangsmessungen entwickelt, die den Burst-Modus der eingesetzten PON-Technologien erkennen können. Daher ist dieses Messgerät mit zwei Glasfaseranschlüssen ausgestattet. Wenn ein PON-Pegelmesser mit einem passiven optischen Netz verbunden wird, fließt der Großteil der Signalenergie ungehindert durch das Messgerät hindurch, so dass das PON weiter in Betrieb bleiben kann. Nur ein kleiner Signalanteil wird herausgefiltert, um die Pegelmessungen durchzuführen. Da die Übertragung bidirektional, d. h. von der Vermittlungsstelle zur Wohnung kontinuierlich (Downstream) und von der Wohnung zur Vermittlungsstelle (Upstream) im Burst-Modus erfolgt, können diese PON-Pegelmesser mit den entsprechenden internen Zugängen und Filtern die Leistung gleichzeitig in beiden Richtungen messen (siehe Abbildung 2).

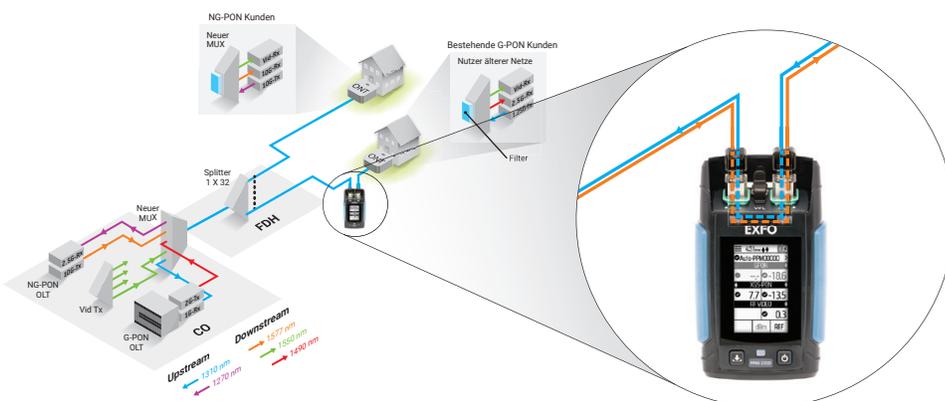


Abbildung 2: Durchgangsmodus im PON-Leistungspegelmesser

In älteren GPON-Netzen ist die Messung noch recht einfach, da vom ONT (Wohnung) nur eine Wellenlänge (1310 nm) und vom OLT in der Vermittlungsstelle ebenfalls nur eine (1490 nm) oder gelegentlich auch zwei Wellenlängen (zusätzlich 1550 nm für das RF-Overlay) übertragen werden. Daher ist im Upstream keine Filterung der Wellenlänge erforderlich, während im Downstream maximal zwei Wellenlängen voneinander getrennt werden müssen.

PON-Netze der nächsten Generation bieten mehrere Vorteile, wie eine höhere Bandbreite und ein besseres Splittingverhältnis. Allerdings stellen die zusätzlichen Wellenlängen im Upstream und Downstream eine größere Herausforderungen (siehe Abbildung 3) dar.



Es wird also ein Tester benötigt, der alle diese Wellenlängen und Technologien unterscheiden kann. Dieser muss mehrere Burst-Modi erkennen und auch Durchgangsmessungen ermöglichen.

	Ältere und aktuelle Netze				Nächste Generation		
	GPON	1G-EPON1	XG-PON1	XGS-PON	10G/1G-EPON	10G/10G-EPON	NG-PON
PON-Rate (Down/Up)	2.5G/1.25G	1.25G/1.25G	10G/2.5G	10G/10G	10G/1.25G	10G/10G	10G/10G
Downstream $\lambda$ (nm)	1480-1500	1480-1500	1575-1580	1575-1580	1575-1580	1575-1580	1596-1603
Upstream $\lambda$ (nm)	1310 $\pm$ 20	1310 $\pm$ 50 oder 1310 $\pm$ 20	1260-1280	1260-1280	1310 $\pm$ 50 oder 1310 $\pm$ 20	1270 $\pm$ 10	1524-1544 (breit) 1524-1540 (schmal)
Teilungsverhältnis	1:128	1:64	1:128	1:256	1:64	1:64	1:256

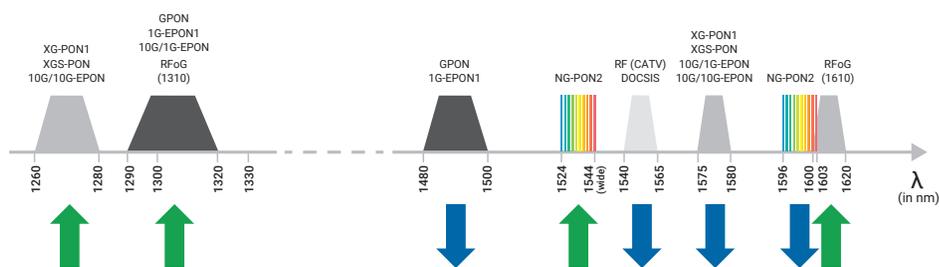


Abbildung 3: Überblick über ältere, aktuelle und PON-Netze der nächsten Generation

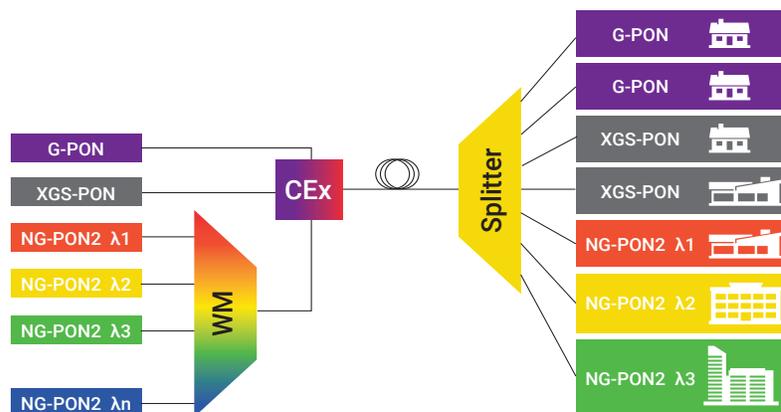
Konventionelle optische Leistungspegelmesser können Wellenlänge nur in einem beschränkten Umfang filtern. Wenn dann mehr als eine Wellenlänge bzw. mehr als ein Signal im Upstream oder Downstream auf den Detektor trifft, gibt dieser die Summenleistung beider Wellenlängen an. Somit kann der Techniker nicht erkennen, welche der beiden Wellenlängen und damit welcher Dienst ordnungsgemäß funktioniert.

Jede Technologie nutzt eine eigene Wellenlängen im Upstream und Downstream (siehe Abbildung 3). Da aber mehrere Technologien parallel auf der gleichen Faser übertragen werden können, wird ein Tester benötigt, der alle diese Wellenlängen und Technologien unterscheiden kann. Dieser muss also mehrere Burst-Modi erkennen und auch Durchgangsmessungen ermöglichen.



Der Leistungspegelmess-  
messer PPM-350D  
von EXFO für PON-  
Netze der nächsten  
Generation wurde  
speziell für ältere  
und auch zukünftige  
PON-Technologien  
entwickelt.

NG-PON2 nutzt zum Beispiel einen spezifischen Wellenlängenbereich, um mehrere wellenlängenabhängige Signale zu senden (siehe Abbildung 4). Hierbei handelt es sich um ein PON mit Wellenlängenmultiplex-Verfahren (WDM-PON) und dicht nebeneinanderliegenden Wellenlängen. Die Übertragung erfolgt also in einem sehr schmalen Band. Das WDM-Verfahren erlaubt, die Anzahl der Wellenlängen im Downstream deutlich zu erhöhen. Auch in diesem Fall muss jede einzelne Wellenlänge separat im Durchgangsmodus kostengünstig gemessen werden. Hier sind durchaus Kosteneinsparungen möglich, da für FTTH-Installationen nicht alle Leistungsmerkmale eines vollwertigen optischen Spektrumanalysators (OSA) benötigt werden.



CEx = Koexistierendes Element  
WM = Wellenlängenmultiplexer

**Abbildung 4: Als PON-Technologie der nächsten Generation überträgt NG-PON2 mehrere wellenlängenabhängige Signale in einem schmalen Übertragungsband.**

## PON-Leistungspegelmess- messer der nächsten Generation von EXFO

Der Leistungspegelmess-  
messer PPM-350D von EXFO für PON-Netze der nächsten Generation wurde speziell für ältere und auch für neue PON-Technologien, wie EPON, GPON, XG-PON, XGS-PON, 10G-EPON und NG-PON2, entwickelt. Mit seinem Durchgangsmodus ist er für die Keep-Alive-Burst-Signale des ONT optimiert, um sowohl für die Signale im Upstream als auch im Downstream eine Leistungs- bzw. Dämpfungsmessungen durchzuführen.

Mit dieser Lösung führt EXFO seine patentierte PON-aware™ Technologie ein, die automatisch die verwendete (ältere oder neue) PON-Technologie erkennt und die entsprechenden Schwellwerte anwendet. Damit sind auch bei mehreren parallel übertragenen Wellenlängen aussagekräftige Messungen und fehlerfreie Tests gewährleistet.

Der PPM-350D kann über Bluetooth® mit einer intelligenten App, die erweiterte Einstellmöglichkeiten und die Berichterstellung auf Tastendruck ermöglicht, verbunden werden.

## Fazit

PON-Netze der nächsten Generation stellen eine vorteilhafte Weiterentwicklung aktueller PON-Technologien dar, da sie es erlauben, Endkunden mehr Bandbreite zur Verfügung zu stellen. PON-Leistungspegelmess-  
messer, wie der PPM-350D von EXFO, die für PON-Technologien der nächsten Generation optimiert sind, werden benötigt, um bei der Aktivierung der Netze ordnungsgemäße Tests zu ermöglichen und später böse Überraschungen und eine kostenintensive Fehlerbehebung zu vermeiden.