

Anwendungsbeschreibung

Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Die Behebung von Störungen in einem passiven optischen Punkt-zu-Mehrpunkt-Netzwerk (PON) kann sich als schwieriger erweisen als in einem Punkt-zu-Punkt-Netzwerk. Diese Anwendungsbeschreibung erläutert die Ausführung rückwirkungsfreier Tests an aktiven Fasern zur Fehlerdiagnose in einem PON-Netzwerk.

FTTx Punkt-zu-Punkt-Netzwerk

Bei einer Störung in einem FTTx Punkt-zu-Punkt-Netzwerk fällt das gesamte Netzwerk aus. In diesem Fall kann man die Faser einfach trennen, ohne befürchten zu müssen, den Kunden zusätzlich zu beeinträchtigen.

Um einen Fehler in einem FTTx-Netzwerk zu lokalisieren und zu beheben, kann die Strecke bei einer beliebigen Testwellenlänge, wie 1310 oder 1550 nm, mit einem optischen Zeitbereich-Reflektometer (OTDR) überprüft werden, da keine Verkehrssignale übertragen werden.

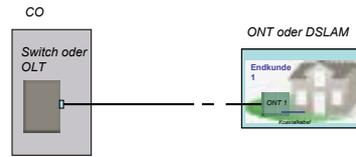


Abbildung 1: FTTx-Szenario = FTTH-Punkt-zu-Punkt-Netzwerk

Topologie eines FTTH Punkt-zu-Mehrpunkt-Netzwerks (PON)

Die Fehlerdiagnose in einem Fiber-To-The-Home (FTTH) Punkt-zu-Mehrpunkt-Netzwerk, das auch als PON bezeichnet wird, stellt hier ganz andere Anforderungen.

Die International Telecommunications Union (ITU-T) und das Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) haben mehrere Normen für optische Zugangssysteme auf Grundlage der PON-Architektur (G.982, G.983, G.984 für die ITU und 802.3ah und 802.3av für das IEEE) verabschiedet. Abbildung 2 zeigt, dass ein PON-Netzwerk aus einem optischen Leitungsabschluss (OLT) besteht, der über einen Splitter mit mehreren optischen Netzabschlüssen (ONT) verbunden ist. Für jeden Teilnehmer gibt es einen ONT. Maximal 64 Teilnehmer können angeschlossen werden. Gelegentlich wird ein zweiter Splitter stufenförmig (Kaskade) hinter den ersten Splitter geschaltet (siehe Abbildung 3), um Gebäude oder Wohngebiete zu versorgen.

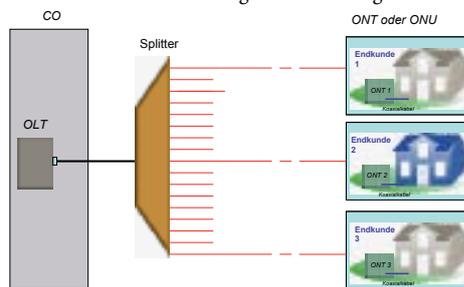


Abbildung 2: Topologie eines einfachen PON-Netzwerks

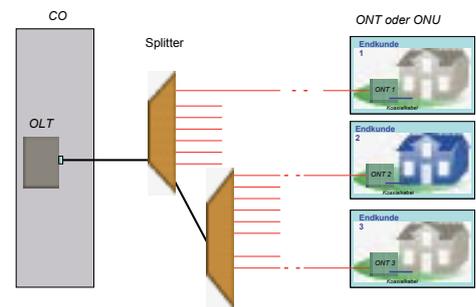


Abbildung 3: Kaskadiertes PON-Netzwerk

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Über das Netzüberwachungssystem im Netzwerkbetriebszentrum (NOC) kann der Netzbetreiber mühelos ermitteln, welche Teilnehmer von einer Störung betroffen sind. Darüber hinaus stehen zusätzliche Informationen zur Verfügung, beispielsweise, wie viele Kundenverbindungen gestört sind und ob das PON kaskadiert ist.

Die nachstehenden Fallbeispiele beschreiben die möglichen Störungsszenarien:

PON-Störungsfall 1: Einfaches PON: Nur ein Kunde ist betroffen

Wenn nur ein Teilnehmer die Dienste nicht empfangen kann, ist die Störung wahrscheinlich an einer der folgenden drei Stellen aufgetreten (siehe Abbildung 4):

- Fehler in der Verteilfaser zwischen dem Kunden und dem nächsten Splitter
- Fehler im ONT-Gerät
- Fehler in der Heimverkabelung des Kunden

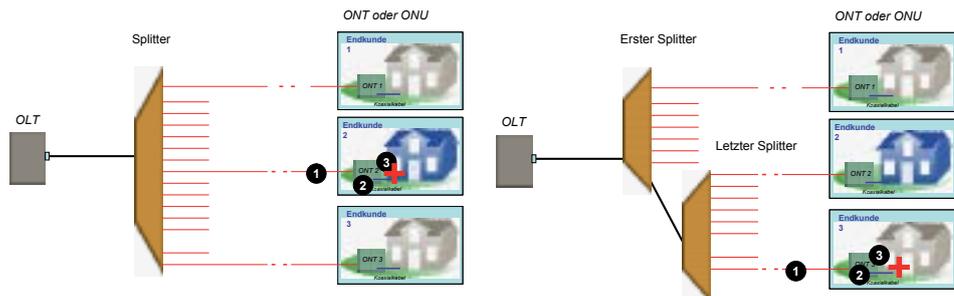


Abbildung 4: PON-Störungsfall 1: Mögliche Fehlerstellen, wenn nur ein Teilnehmer betroffen ist.

PON-Störungsfall 2: Kaskadiertes PON-Netzwerk. Alle betroffenen Kunden sind an den gleichen Splitter angeschlossen.

Wenn alle Kunden, die an den gleichen Splitter angeschlossen sind, den Dienst nicht empfangen können, während andere an den gleichen OLT angeschlossene Kunden keine Störung melden, sind zwei Fehlerstellen möglich (siehe Abbildung 5):

- Fehler am letzten Splitter
- Fehler in der Faserstrecke zwischen den beiden kaskadierten Splittern

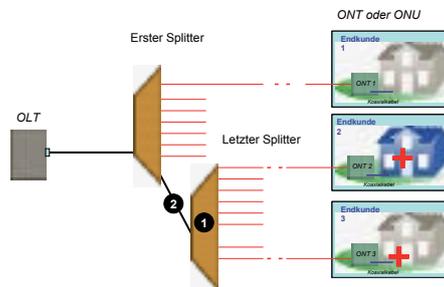


Abbildung 5: PON-Störungsfall 2: Kaskadiertes PON, bei dem alle betroffenen Kunden am letzten Splitter angeschlossen sind.

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

PON-Störungsfall 3: Alle Kunden am gleichen OLT sind von der Störung betroffen

Unabhängig davon, ob ein PON kaskadiert ist, kann es passieren, dass alle Kunden, die am gleichen OLT angeschlossen sind, von der Störung betroffen sind. Wenn dies zutrifft, sind drei Fehlerstellen möglich:

- Fehler in dem Splitter, der direkt an den OLT angeschlossen ist.
- Fehler in Zubringerfaser/-kabel des Glasfasernetzes
- Fehler im OLT-Gerät

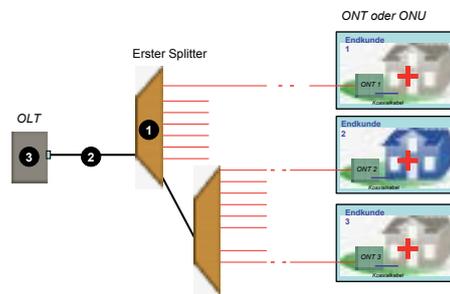


Abbildung 6: PON-Störungsfall 3: Alle an den ersten Splitter angeschlossen Teilnehmer sind betroffen

Andere Fehlerquellen: Spleiße oder Steckverbinder an strategischen Punkten

Wenn die Splitter, Endgeräte oder Anschlusskästen mit Steckverbindern versehen sind, lassen sich einzelne Segmente des gestörten Netzwerks leichter abtrennen. Das Prüfen von Steckverbindern und die Ausführung von OTDR-Messungen mit Wellenlängen von 1310/1550 nm erfolgt häufig an nicht in Betrieb befindlichen Abschnitten des Netzwerks.

Betriebsmessungen (In-Service-Tests), d. h. Messungen an einem in Betrieb befindlichen Netzwerk, sind insbesondere dann erforderlich, wenn das gesamte Netzwerk über Spleiße verbunden ist und nicht alle Kunden betroffen sind.

Anforderungen an Betriebsmessungen

Zur Fehlerdiagnose eines in Betrieb befindlichen PON-Netzwerks stehen zwei Messgeräte zur Verfügung:

- PON-Leistungspegelmesser
- OTDR mit einer Testwellenlänge von 1625 nm oder 1650 nm

Der Verkehr wird für gewöhnlich bei Wellenlängen von 1310/1490 oder 1310/1490/1550 nm übertragen. Mit einem PON-Leistungspegelmesser wird überprüft, ob das Signal fehlerfrei von und zum ONT übertragen wird. Er ermittelt den Leistungspegel aller Signale und kann anhand dieser Messergebnisse feststellen, ob die Störung vom ONT des Kunden oder vom Netzwerk verursacht wird.

Ein konventionelles OTDR mit Testwellenlängen von 1310 nm oder 1550 nm würde die im aktiven Netzwerk übertragenen Verkehrssignale stören. Umgekehrt könnten die Verkehrssignale des Netzwerks den Detektor des OTDRs beeinträchtigen, was die Auswertung der OTDR-Kurven erschweren würde. Aufgrund dieser gegenseitigen Störeinflüsse ist es nicht möglich, konventionelle OTDRs einzusetzen. Stattdessen muss ein spezielles OTDR für Betriebsmessungen zur Verfügung stehen (siehe Abschnitt zu portablen OTDRs für Betriebsmessungen).

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Empfohlene Vorgehensweise zur Fehlerlokalisierung

Obgleich die Unternehmen bei ihren jeweiligen Glasfasernetzen eigene Methoden und Verfahren einsetzen, optimieren die meisten die Fehlerlokalisierung, um die Anzahl der Servicefahrten zu verringern.

Die Übersicht in Abbildung 7 informiert über:

- die möglichen Fehlerstellen in Abhängigkeit von der Anzahl der betroffenen Kunden.
- den besten Messort zum Anschluss eines OTDRs bei gleichzeitiger Verringerung der Servicefahrten.
- die Notwendigkeit des Einsatzes eines speziellen OTDRs für Betriebsmessungen.

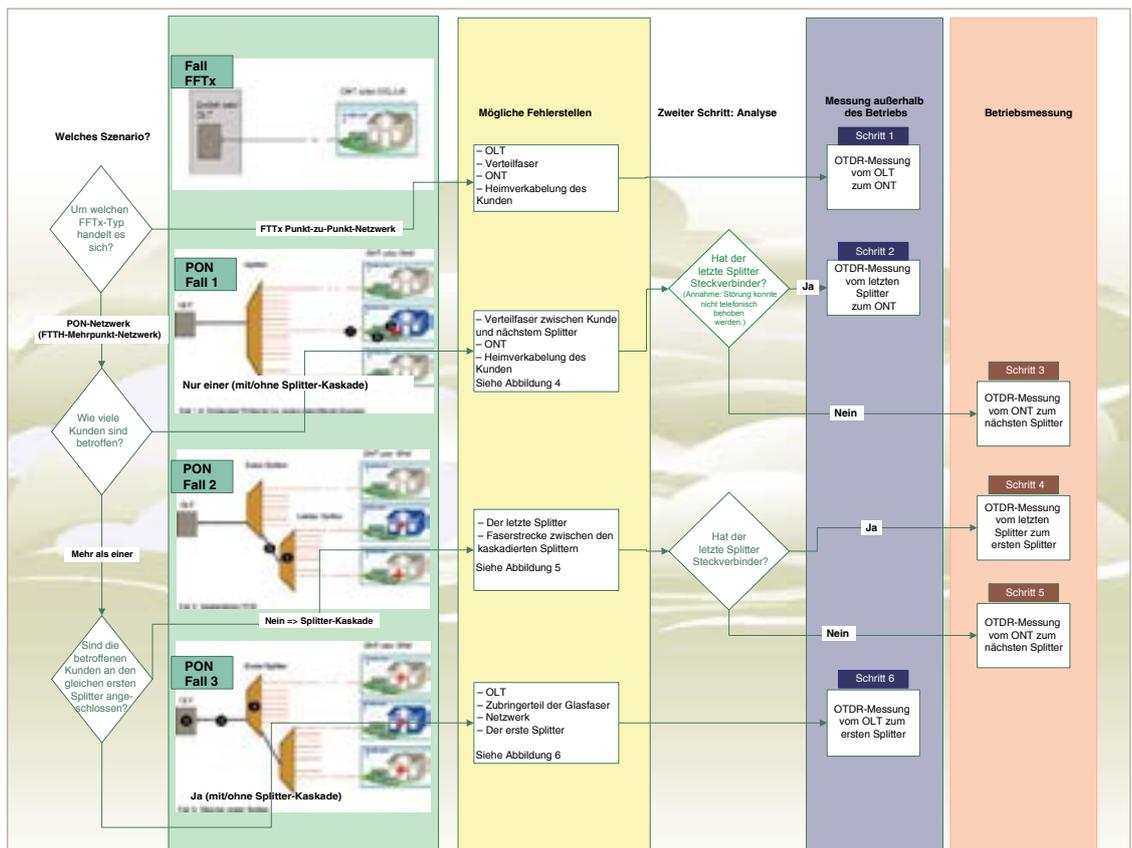


Abbildung 7: Überblick über die Vorgehensweise zur Fehlerlokalisierung

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Portables OTDR für Betriebsmessungen

Das OTDR für Betriebsmessungen (In-Service-Messungen) wurde speziell zum Testen von in Betrieb befindlichen Glasfasernetzen entwickelt. Dieses Gerät nutzt eine Außerband-Wellenlänge, d. h. eine Testwellenlänge, die einen großen Abstand zur Verkehrswellenlänge hat. Damit ermöglicht es OTDR-Messungen, ohne die Sender und Empfänger des Netzwerks zu stören.

JDSU hat dieses besondere OTDR vor wenigen Jahren entwickelt, damit Anbieter von unbenutzten Glasfasern (Dark Fiber) das In-Service-Monitoring in Metro- und Weitverkehrsnetzen gewährleisten können. In diesem Fall ist ein Wellenlängenmultiplexer (WDM) erforderlich, um das OTDR an das Netzwerk anzuschließen, wobei der Verkehr selbst weiter übertragen wird.

Beim PON-Netzwerk wird außer für Überwachungsanwendungen (Monitoring) mit einem Ferntestsystem (RFTS) kein WDM-Multiplexer mehr benötigt. Das PON-Netzwerk hat eine Punkt-zu-Mehrpunkt-Topologie. Die Fehlerdiagnose erfolgt direkt von einem zugänglichen Netzelement, wie ONT oder Splitter, aus. Der Techniker kann dieses Netzelement ohne weiteres trennen, da der Dienst zum Kunden (Downstream) bereits unterbrochen ist.

Vor allem darf das In-Service-OTDR die anderen Kunden nicht beeinträchtigen, wenn die Testwellenlänge in Richtung OLT (Upstream) eingespeist wird. Das ist höchstwahrscheinlich der Fall, da OLTs auf Grundlage der ITU-T-Empfehlungen Signale über 1625 nm blockieren.

Weiterhin werden die Verkehrssignale, die das OTDR empfängt, blockiert, um genaue OTDR-Kurven zu erhalten. Der spezifische Longpass-Filter (LP) zum Schutz des OTDR-Fotodetektors kann über ein Verbindungskabel (Jumper) zwischen dem OTDR und dem Netzwerk geschaltet oder in das OTDR eingebaut sein.

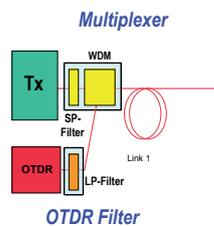


Abbildung 8: Anschluss eines OTDR zum In-Service-Monitoring

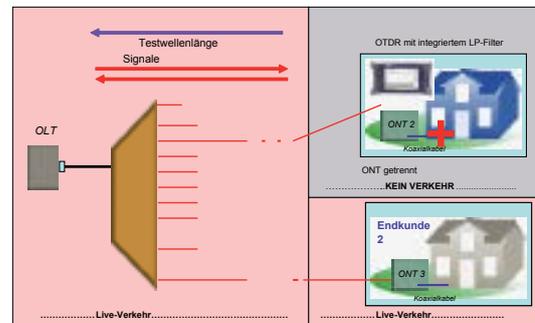


Abbildung 9: Anschluss eines OTDR zur FTTH-Fehlerdiagnose beim Kunden (ONT getrennt)

Die meisten Geräteanbieter erlauben, die Wellenlänge von 1625 nm zu nutzen, um sichere Tests ausführen zu können. Einige Länder, wie Japan, befürworten jedoch die Wellenlänge von 1650 nm, wie in der ITU-T-Empfehlung L.41 deutlich wird, die Wellenlängen für die Wartung von signalübertragenden Glasfasern definiert. 1650 nm werden auf Grundlage des Filter-Designs bevorzugt auch, weil der Abstand zu den Verkehrssignalen der aktuellen und zukünftigen PON-Technologien noch größer ist.

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Auswahl der richtigen Testparameter

Zur Optimierung des Zeit- und Kostenaufwands für die Wartung ist es unverzichtbar, das am besten geeignete OTDR, die richtige Pulsbreite und den besten Messort für die Fehlerdiagnose auszuwählen. Die OTDR-Konfiguration sollte entsprechend dem zu qualifizierenden Gerät und der zu überbrückenden Entfernung eingestellt werden.

Hierbei sind die einzelnen Fälle der Störungsszenarien in der Übersicht in Abbildung 7 zu beachten. Aus Gründen der Einfachheit konzentriert sich diese Anwendungsbeschreibung auf die Fälle, in denen nur am ONT/OLT Steckverbinder vorhanden sind.

Fall 1: Fehlerdiagnose an der Verteilfaser

Einfaches PON mit nur einem betroffenen Teilnehmer.

Beachten Sie, dass am Splitter keine Steckverbinder vorhanden sind (siehe Abbildung 7, Test 3).

Fall OTDR	Messort	Messrichtung	Anzeige	Kommentar	Pulsbreite	Spezielles
Fall 1 Ein Kunde betroffen	Wohnung des Kunden Den ONT trennen	Upstream	Verteilfaser bis zum nächsten Splitter	Kein Test durch den Splitter erforderlich, da die Störung nur auf Seite der Verteilfaser auftritt.	Kurzer Puls 3 bis 30 ns	In-Service-OTDR



Abbildung 10: Die OTDR-Messung wird in Upstream-Richtung ausgeführt. Die Kurve ist nur bis zum Splitter von Bedeutung.

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Fall 2: Fehlerdiagnose an der Verteilfaser und der Faser zwischen den beiden Splittlern bei einem kaskadierten Netzwerk.

In Europa sind kaskadierte Netzwerke mit 1:4 und 1:8 Splittlern häufig.

Die im Netzwerkbetriebszentrum (NOC) eingehenden Informationen besagen, dass die Verbindung zu allen Kunden, die an den zweiten Splitter angeschlossen sind, unterbrochen ist. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass am Splitter keine Steckverbinder zur Verfügung stehen (siehe Abbildung 7, Test 5).

Fall OTDR	Messort	Messrichtung	Anzeige	Kommentar	Pulsbreite	Spezielles
Fall 2 Alle Kunden hinter dem zweiten Splitter sind betroffen	Wohnung des Kunden Das ONT trennen	Upstream	Verteilfaser und Faser zwischen den beiden Splittlern	Test durch den nächsten Splitter erforderlich	Mittlerer Puls 100 bis 300 ns	In-Service-OTDR - kurze Totzone

In diesem Fall muss das Signal hinter dem Splitter überprüft werden. Das eingesetzte OTDR muss für diese Anwendung optimiert sein und eine möglichst kurze Totzone besitzen, da der Splitter für gewöhnlich eine Dämpfung von 7 bis 10 dB einfügt.

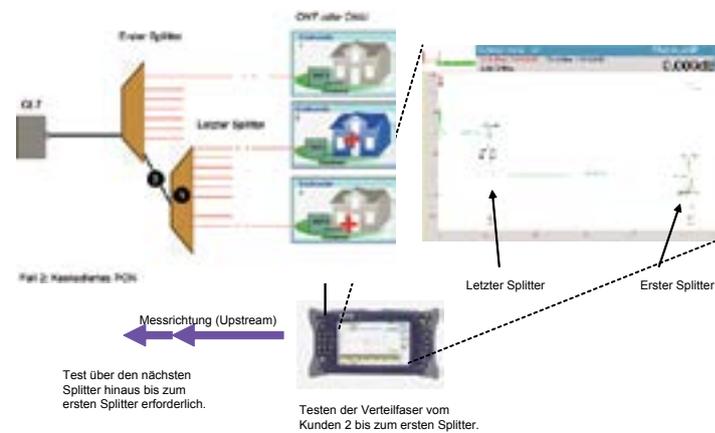


Abbildung 11: Die OTDR-Messung wird in Upstream-Richtung ausgeführt. Die Kurve sollte den Verkehr durch den letzten Splitter bis zum ersten Splitter anzeigen.

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Fall 3: Fehlerdiagnose an der Zubringerfaser

Unabhängig davon, ob es sich um ein nicht kaskadiertes Netzwerk, wie in den USA üblich, oder um ein kaskadiertes Netzwerk, wie in Europa und in Asien-Pazifik, handelt, die im NOC eingehenden Informationen zeigen an, dass die Verbindung zu allen Kunden unterbrochen ist.

Da diese Störung wahrscheinlich auf der Zubringerseite ihre Ursache hat, wird die OTDR-Messung hier für gewöhnlich im Downstream vom OLT aus ausgeführt (siehe Abbildung 7, Test 6).

Fall OTDR	Messort	Messrichtung	Anzeige	Kommentar	Pulsbreite	Spezielles
Fall 3 Alle Kunden sind betroffen	OLT	Downstream	Zubringer	Kein Test durch Splitter erforderlich	Kurzer Puls 3 bis 30 ns	Nicht erforderlich

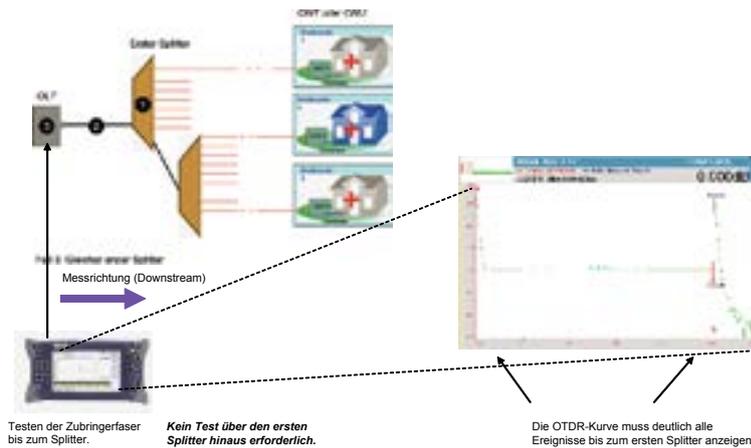


Abbildung 12: Die OTDR-Messung wird in Downstream-Richtung ausgeführt. Die Kurve sollte den Verkehr bis zum ersten Splitter anzeigen.

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Fehlerdiagnose an der Verteilfaser und/oder der Faser zwischen den Splittlern mit alternativen OTDR-Tests vom OLT.

Bei Verdacht auf eine fehlerhafte Zubringerfaser (Fall 3) sind OTDR-Messungen vom OLT aus sicher die Methode der Wahl. Für die anderen Fälle wird diese Vorgehensweise jedoch nicht empfohlen. Die OTDRs von JDSU können in der Tat durch Splitter hindurch messen und präzise Kurven anzeigen. Trotzdem erfordert die vollständige Analyse der resultierenden Kurve deren Vergleich mit der exakten, d. h. korrekt dokumentierten, Netzwerktopologie.

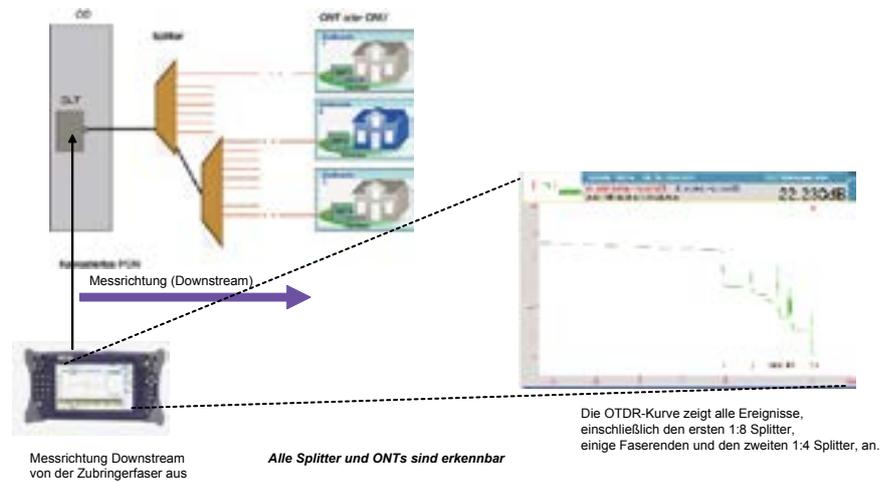


Abbildung 13: Die OTDR-Messung wird in Downstream-Richtung ausgeführt. Die Kurve zeigt zahlreiche Ereignisse an, die ohne eine exakt dokumentierte Netzwerktopologie mit Angabe der entsprechenden Entfernungen nur schwer zu identifizieren sind.

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Lückenlose Palette an Prüf- und Messtechnik für PON-Netzwerke

Diese Anwendungsbeschreibung konzentriert sich auf die Wartung und Fehlerdiagnose in PON-Netzwerken mit einem optischen Reflektometer (OTDR). Doch es gibt noch mehr Messgeräte, die für die Installation und Wartung/Fehlerdiagnose eingesetzt werden können:

Installation

Für die Installation steht folgende Prüf- und Messtechnik zur Verfügung:

- Dämpfungsmessplatz (zur uni- und bidirektionalen Messung der Einfügedämpfung und der optischen Rückflussdämpfung (ORL))
- OTDR

Für Installationsarbeiten empfiehlt JDSU seine Produktfamilie SmartClass™ und/oder die Plattform T-BERD*/MTS-4000 oder -6000 zur Optimierung der Messabläufe.



Abbildung 14: Empfohlene Messtechnik: optischer Handtester der Produktfamilie SmartClass oder die mit einem OTDR-Modul ausgestattete Plattform T-BERD/MTS-4000 bzw. T-BERD/MTS-6000.

Inbetriebnahme

Die folgende Messtechnik sollte zusammen verwendet werden:

- Ein PON-Leistungspegelmesser (1310/1490, 1490/1550, oder 1310/1490/1550 nm)
- IP-Tester (Sprache, Daten, Video) und Koaxialkabel-Tester

Für die Inbetriebnahme empfiehlt JDSU seine Produktfamilie SmartClass, insbesondere den OLP-57 für PON-Netzwerke, die Plattform T-BERD/MTS-4000 und den HST-3000 zur Optimierung der Messabläufe.



Abbildung 15: Empfohlene Messtechnik: ein HST-3000, ein OLP-57 der Produktfamilie SmartClass und eine Plattform T-BERD/MTS-4000 mit einem PON-Leistungspegelmesser

Anwendungsbeschreibung: Wartung und Fehlerdiagnose mit einem OTDR in PON-Netzwerken

Wartung und Fehlerdiagnose

Die folgende Messtechnik sollte zusammen verwendet werden:

- Ein PON-Leistungspegelmesser (1310/1490, 1490/1550, oder 1310/1490/1550 nm)
- Ein Dämpfungsmessplatz oder OTDR
- IP-Tester (Sprache, Daten, Video) und Koaxialkabel-Tester

Für die Wartung und Fehlerdiagnose empfiehlt JDSU erneut die oben genannte Messtechnik.



Abbildung 16: Die FTTx-Plattform T-BERD/MTS-4000 kann mit einem PON-Leistungspegelmesser, einem OTDR sowie mit einem Triple-Play/WLAN-Testmodul ausgestattet werden.

Die in diesem Dokument enthaltenen Produktspezifikationen und Produktbeschreibungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. © 2010 JDS Uniphase Corporation
30176034 000 0110 PONOTDR.AN.FOPTM.DE Januar 2010