



## Tier-1- und Tier-2-Zertifizierung von Glasfasern im Vergleich

Dan Payerle  
Februar 2017

### Teil 2: Tier-2-Zertifizierung leicht gemacht

#### Die Kurvenanzeige im OTDR

OTDR-Kurven können sich, in Abhängigkeit der Geräteeinstellungen für den jeweiligen Test, erheblich voneinander unterscheiden. Folgende drei Parameter beeinflussen die Ergebnisse in ganz besonderem Maß.

#### Wellenlänge

Die Wellenlänge ist die „Farbe“ des Lichtes, das in die zu testende Glasfaser eingekoppelt wird. Typische Testwellenlängen sind 850 nm und 1300 nm für Multimode-Fasern und 1310 nm sowie 1550 nm für Singlemode-Fasern. Weitere Wellenlängen werden für die Echtzeitüberwachung sowie für Spezialanwendungen/-fasern verwendet.

Die verschiedenen Wellenlängen bewirken auf der gleichen Faser unterschiedliche Dämpfungen. Kurze Wellenlängen, wie 850 nm, verursachen auf der gleichen Kabellänge eine größere Dämpfung (Lichtverlust) als längere Wellenlängen wie 1300 nm. Zudem ist die von einer Biegung oder einem Knick in der Faser hervorgerufene Dämpfung von der Wellenlänge abhängig. Kurze Wellenlängen reagieren hier stärker als lange Wellenlängen. Ein erfahrener Techniker kann mit einem OTDR unter Berücksichtigung dieser Lichtverluste ein Ereignis auf dem Lichtwellenleiter bewerten. Sei es, ob die Dämpfung auf eine Biegung im Kabel (Makrobiegung) oder ein Element wie einen Spleiß – dessen Dämpfung nicht von der Wellenlänge beeinflusst wird – beruht.

#### Messzeit

Das ist die Zeitdauer, in der das OTDR die Messwerte der Glasfaser erfasst. Eine OTDR-Kurve steht nicht nur für einen einzigen Test, sondern zeigt den Mittelwert von Hunderten oder Tausenden von Einzeltests, die über einen bestimmten Zeitraum ausgeführt wurden. Je länger das OTDR die Messung ausführt, desto mehr Messwerte werden erfasst. Die einzelnen Ergebnisse werden gemittelt und auf dieser Grundlage wird dann die endgültige Kurve erstellt.

Längere Messzeiten führen zu „sauberen“ Kurven, da das Rauschen herausgerechnet und ein detaillierteres Abbild der Glasfaser und der installierten Komponenten festgestellt wird. Technisch ausgedrückt



verringert das OTDR das Grundrauschen und erhöht seinen Dynamikbereich so dass auch von sehr langen oder dämpfungsintensiven Strecken noch eine detaillierte Kurve angezeigt werden kann. Der Nachteil dieses höheren Dynamikbereichs besteht darin, dass die Produktivität aufgrund der längeren Messzeiten sinkt. Im Idealfall wählt der Techniker eine Messzeit, die eine Kurve mit ausreichenden Details zur Verfügung stellt ohne dafür jedoch zu viel Zeit aufzuwenden. Eine ideale Messzeit gibt es daher nicht, da zahlreiche Faktoren eine Rolle spielen.

## **Pulsbreite**

Die Pulsbreite, auch Pulsdauer oder Pulslänge genannt, hat den größten Einfluss auf das Messergebnis. Sie bezeichnet die Zeitdauer des Laserimpulses, mit dem die einzelnen Messwerte während der Erfassung der Kurve aufgenommen werden. Eine kleine Pulsbreite bietet eine hervorragende Auflösung und kann auch sehr dicht aufeinander folgende Ereignisse erkennen. Ein Beispiel sind Patchfelder, bei denen der Abstand zwischen Steckverbindern oftmals weniger als einen Meter beträgt. Der Nachteil der kleinen Pulsbreite besteht darin, dass ein Lichtsignal mit kleiner Leistung in die Faser eingekoppelt wird, so dass keine größeren Längen messbar sind. Manchmal kann das OTDR das Faserende auch nicht mehr erkennen. Das kann der Fall sein, wenn stark dämpfende Splitter auf der Strecke installiert sind - wie sie häufig in passiven optischen Netzen (PON) vorkommen.

Eine größere Pulsbreite erhöht die Leistung, so dass auch längere Kabel gemessen und Splitter überwunden werden können. Das hat aber den Nachteil, dass möglicherweise Steckverbinder oder Spleiße auf der Strecke übersehen werden. Es ist deshalb empfehlenswert, stets mehrere Messungen mit verschiedenen Pulsbreiten auszuführen. So werden Steckverbinder und Spleiße am nahen Ende des Kabels erkannt sowie die gesamte Kabellänge erfasst. Infolgedessen können für die gesamte Übertragungsstrecke die exakten Dämpfungswerte ermittelt werden.

## **Kompromiss**

Um eine absolut präzise OTDR-Kurve zu erhalten ist man letztendlich auf einen Kompromiss angewiesen, der ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Auflösung (Detailgenauigkeit) und Dynamikbereich (maximal zu messende Dämpfung) gewährleistet. Früher bestand die einzige Möglichkeit darin, für jede Glasfaser mehrere Testberichte zu erstellen. Hierfür hatte man die Einstellungen des OTDRs exklusiv für jeden Test neu vorzunehmen. So wurde ein Test bei einer kleinen Pulsbreite ausgeführt, um die einzelnen Steckverbinder in der Nähe des OTDRs zu erfassen. Ein zweiter Test mit einer größeren Pulsbreite bot eine ausreichende Leistung, um durch Splitter hindurch zu messen und das ferne Ende langer Kabel zu erkennen. Anschließend wurden die gleichen Tests bei einer zweiten Wellenlänge



durchgeführt, um Makrobiegungen (enge Kurven oder Knicke auf der Faser) zu lokalisieren. Eine Unterscheidung von Spleißen ist deshalb möglich, weil die durch Biegungen verursachte Dämpfung von der Wellenlänge abhängig ist. Die Spleißdämpfung hingegen ist bei allen Wellenlängen identisch. Mit dieser Methode wurden für jede Glasfaser also mindestens vier Testberichte erstellt. Auf diese Weise erhielt man alle Angaben zu den verschiedenen Ereignissen auf der Glasfaser. Allerdings stand man anschließend vor der durchaus komplizierten Aufgabe, diese umfassenden Daten korrekt auszuwerten, um herauszufinden, ob die Glasfaser den spezifizierten Anforderungen entspricht. Hinzu kam der Zeitaufwand für das mehrfache Neukonfigurieren des OTDRs für die einzelnen Tests, was die Produktivität erheblich verringerte und die Kosten erhöhte.

## **Die iOLM-Technologie vereinfacht die OTDR-Analyse**

Das Intelligent Optical Link Mapping (iOLM) ist eine Technologie, die die Konfiguration des OTDRs automatisiert. Sie ermöglicht, alle Angaben zu sämtlichen Ereignissen zu erfassen und zwar unabhängig davon wie lang die Glasfaser ist und wie viele Steckverbinder oder Spleiße auf der Strecke vorhanden sind. Mit iOLM führt das OTDR automatisch mehrere Tests in unterschiedlichen Konfigurationen aus und fasst alle Messergebnisse zu einem einzigen Bericht zusammen. Dieser gibt gleichwohl für komplexe optische Übertragungsstrecken eine eindeutige Gut/Schlecht-Bewertung aus.

Ein OTDR mit iOLM-Technologie kann auch eine OTDR-Kurve im Bellcore-Format ausgeben. Jedoch liegt der große Vorteil der iOLM-Technologie gerade darin, dass es völlig neue Maßstäbe für die Darstellung der OTDR-Testergebnisse setzt und dadurch die Kurvenauswertung deutlich vereinfacht. Anstatt einer konventionellen OTDR-Kurve, die zu ihrer Auswertung jahrelange Erfahrungen erfordert, erzeugt iOLM eine schematische Streckenanzeige mit aussagekräftigen Symbolen für Steckverbinder, Spleiße, Makrobiegungen und anderen Ereignissen auf der getesteten Glasfaser. Damit sind nun auch Techniker, die über weniger Erfahrung mit einem OTDR verfügen, in der Lage, Glasfaserinstallationen zu zertifizieren und zu interpretieren, was die Ergebnisse jedes einzelnen Tests bedeuten.

Bei einwandfreien Kabeln, die die Anforderungen des betreffenden Teststandards erfüllen, wird jedes Ereignis mit einem grünen Quadrat hinterlegt dargestellt, der den Ereignistyp angibt. Oberhalb des Quadrates zeigt eine Zahl die Entfernung zum Ereignis. Die entsprechende Dämpfung kann nach Auswahl des betreffenden Ereignisses der darunter stehenden Tabelle entnommen werden.

Wenn ein Kabel einen Test nicht besteht wird das den Fehler verursachende Ereignis mit einem rot hinterlegten Quadrat, ebenfalls mit Angabe der Entfernung zum Ereignis und der Dämpfung, gekennzeichnet. Zusätzlich werden Empfehlungen zur Fehlerbehebung ausgegeben. Mit iOLM ist der



Techniker schnell in der Lage, Fehlerstellen auch auf komplexen Faserstrecken sofort und einfach zu lokalisieren und zu beheben.

## Vergleich der iOLM-Darstellung mit der OTDR-Kurvenanzeige

Die nachfolgend abgebildeten drei Kurvenanzeigen sind das Ergebnis von drei verschiedenen OTDR-Tests, die auf der selben Glasfaser ausgeführt wurden. Hier musste die Glasfaser mit drei verschiedenen Pulsbreiten überprüft werden, um sowohl die Steckverbinder am nahen Ende des Kabels als auch einen Splitter in der Mitte der Strecke zu erkennen. Die dritte Messung wurde mit großer Pulsbreite ausgeführt, um die Strecke über ihre gesamte Länge zu erfassen. Mit einem herkömmlichen OTDR besteht keine Möglichkeit, diese zahlreichen Details auf einer derart komplexen Strecke mit lediglich einem Test zu erkennen. Im Unterschied dazu kann ein OTDR mit iOLM-Technologie eine vollständige, automatische Analyse der Faserstrecke ausführen und eine vereinfachte, symbolbasierte Streckenanzeige ausgeben. Hierfür muss der Techniker nur die Test-Taste drücken.

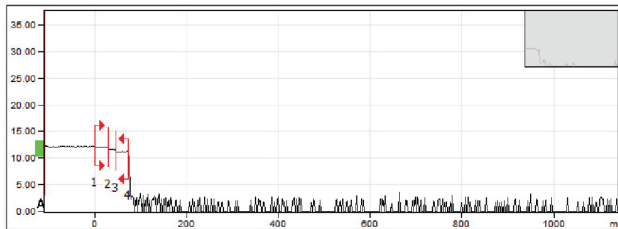


Abbildung 1: Erster OTDR-Test mit kleiner Pulsbreite.

In Abbildung 1 wurde die erste OTDR-Messung mit einer kleinen Pulsbreite von 5-10 ns ausgeführt, so dass die Dämpfung des ersten Steckverbinders ermittelt und alle anderen Komponenten bis zum Splitter erkannt wurden. Der bei 75 Meter deutlich sichtbare Abfall ist nicht das Faserende, auch wenn es danach aussieht. Vielmehr handelt es sich um einen Splitter mit einer erwartungsgemäß relativ hohen Dämpfung, so dass das Lichtsignal kleiner Pulsbreite nicht durch ihn „hindurchsehen“ kann.

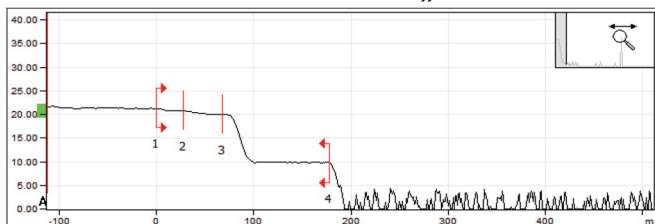


Abbildung 2: Zweiter OTDR-Test mit mittlerer Pulsbreite.

Für die zweite OTDR-Messung in Abbildung 2 wurde eine etwas größere Pulsbreite verwendet. Diese Einstellung stellt ausreichend Leistung zur Verfügung, um die Dämpfung des Splitters, hier das Ereignis 3, zu messen. Nun ist die Leistung allerdings zu groß, um die Dämpfung der beiden davor liegenden Steckverbinder auf der Strecke korrekt anzuzeigen. Zudem ist mit dieser Pulsbreite ein weiterer Splitter bei 180 Meter zu erkennen. Trotzdem ist die Leistung noch zu gering, um die Dämpfung des zweiten Splitters zu messen.

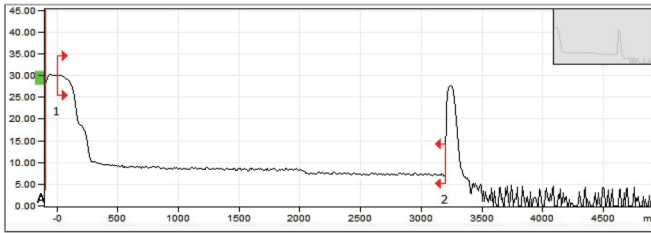


Abbildung 3: Dritter OTDR-Test mit großer Pulsbreite.

In der dritten Messung wird am OTDR eine noch größere Pulsbreite eingestellt, die erforderlich ist, um durch beide Splitter hindurch zu messen und das Faserende zu erreichen. Die Leistung des Testsignals ist nun aber so hoch, dass die ersten Steckverbinder überhaupt nicht mehr erkannt werden. Außerdem zeigt dieser Test in etwa 2000 Meter Entfernung ein weiteres Ereignis an, das ein Spleiß sein könnte. Da mit einem Test mit nur einer Wellenlänge zwischen einem Spleiß und einer Makrobiegung nicht unterschieden werden kann, ist ein weiterer Test mit einer zweiten Wellenlänge erforderlich.

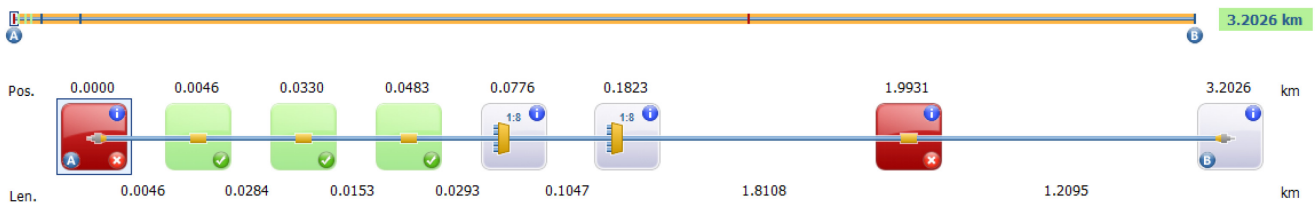


Abbildung 4: iOLM fasst mehrere OTDR-Kurven zu einer schematischen Streckenanzeige der Faserstrecke zusammen.

Die iOLM-Technologie vereinfacht die Analyse, da die Glasfaser mit mehreren OTDR-Konfigurationen getestet wird und die Ergebnisse aller Tests in einer intuitiven schematischen Streckenanzeige (Abbildung 4) übersichtlich dargestellt werden. Das Beispiel in diesem Screenshot zeigt von links nach rechts einen mangelhaften Steckverbinder (rot), drei einwandfreie Spleiße (grün), 2 Splitter, einen mangelhaften Spleiß (rot) und das Faserende. Die Splitter werden neutral dargestellt, da es keinen Industriestandard für die Dämpfungsgrenzwerte von Splittern gibt. Die Dämpfung ist vom Splittertyp abhängig und die Angabe hat rein informativen Charakter. Der Techniker kann die gemessene Dämpfung mit den Spezifikationen auf dem Datenblatt vergleichen, um Gewissheit zu bekommen, dass der Splitter korrekt funktioniert.

Die folgenden Abbildungen sind Ergebnisanzeigen des OTDR II von TREND Networks mit iOLM-Technologie. Nach Berühren eines Streckensymbols werden detaillierte Angaben zu dem betreffenden Ereignis sowie Hinweise zur Fehlerbehebung angezeigt.

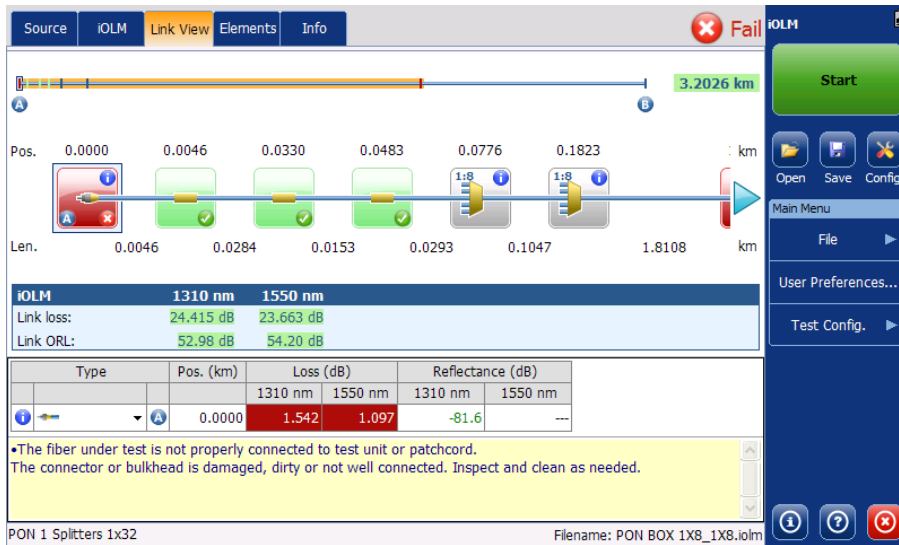


Abbildung 5: Der blaue Rahmen um das rote Quadrat zeigt an, dass der erste Steckverbinder zur Detailanzeige ausgewählt wurde. Dieser Steckverbinder ist rot markiert, weil seine Dämpfung von 1,542 dB und 1,097 dB (siehe rote Felder in der Tabelle unter der iOLM-Streckenanzeige) bei 1310 nm bzw. 1550 nm den Dämpfungsgrenzwert von 0,750 dB überschreitet.

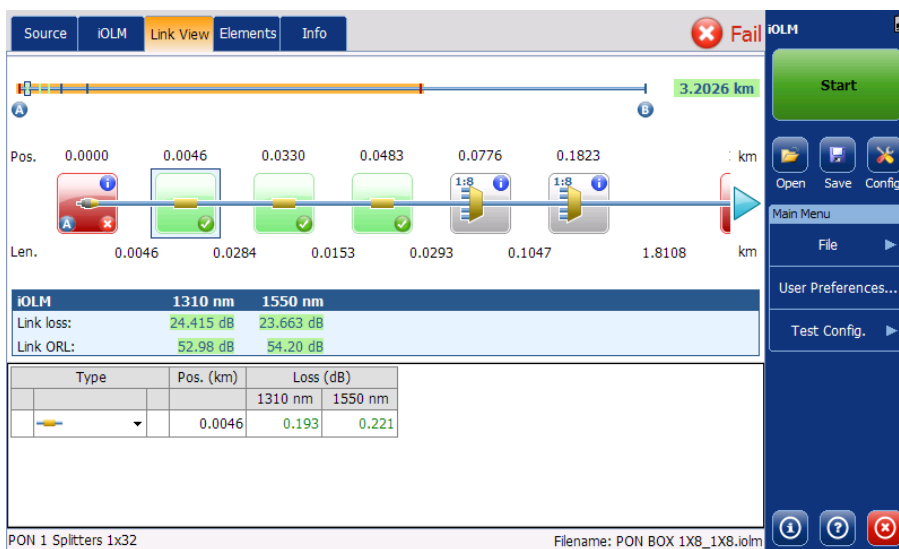


Abbildung 6: Hier wurde der erste Spleiß ausgewählt. Er wird mit einem grünen Quadrat angezeigt, da seine Dämpfung den zulässigen Wert von 0,300 dB nicht überschreitet. Die Spleißdämpfung beträgt 0,193 dB und 0,221 dB bei 1310 nm bzw. 1550 nm.

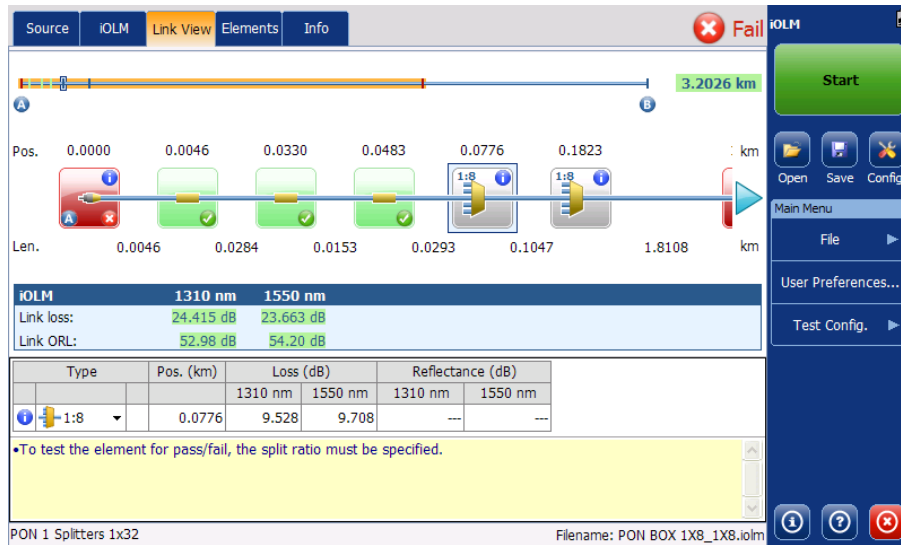


Abbildung 7: Der erste Splitter wurde ausgewählt. Das Quadrat ist neutral grau, da es für Splitter keinen Industriestandard für Dämpfungsgrenzwerte gibt. Die Dämpfungswerte von 9,528 dB und 9,708 dB bei 1310 nm bzw. 1550 nm werden nur zur Information angegeben.

Diese Ausführungen zeigen deutlich, dass die iOLM-Technologie die Tier-2-Zertifizierung mit einem OTDR wesentlich erleichtert. Sie gibt damit weniger erfahrenen Technikern eine Möglichkeit an die Hand, Glasfaserverkabelungen unabhängig von der Komplexität der Faserstrecke zu zertifizieren, zu analysieren und Fehler zu beheben. Da jede Strecke mit mehreren Einstellungen getestet wird, stellt das OTDR höchst genaue Testberichte zur Verfügung, so dass wirklich nur einwandfreie Strecken mit „Gut“ und wirklich nur mangelhafte Strecken mit „Schlecht“ bewertet werden.