

## Was ist ein OTDR und was messe ich damit?

"Ein OTDR ist ein Optisches Testinstrument, das es ermöglicht, den Lichtleistungsverlust auf einer einzelnen Faser bei verschiedenen Wellenlängen zu bestimmen, indem es kurze Laserpulse in den Kern der Faser sendet und darauf die Rückstreuung entlang der gesamten Faser misst." Zitat EXFO.

Die Genauigkeit der Messung erhöht sich mit der Anzahl der Messpunkte, die das OTDR zu setzen vermag und mit der Verringerung der Pulsbreite (Leuchtdauer des Lasers). Die mögliche Messdistanz vergrößert sich mit zunehmender Dynamik des OTDRs. Die Dynamik "erkauft" man sich jedoch mit größeren Pulsbreiten – dies sind also konkurrierende Parameter. Es gibt einige weitere Parameter, wie etwa Voreinstellung der Messdistanz und Mittlungsdauer. Hier soll jedoch nur erläutert werden, welches die Grundgrößen sind und welche "Ereignisse" auf der Messkurve interpretiert werden müssen.

Bitte vergleichen Sie mit der Beschreibung der iOLM Funktion – Sie werden feststellen, dass dies ein sinnvolles und einzigartiges Hilfsmittel ist. Stellen Sie sich ein OTDR wie ein optisches Radar vor – es erkennt:

- ✓ Faserbrüche
- ✓ Spleiss- und Steckerdämpfungen
- ✓ Macrobendings (Biegungen)
- ✓ Splitter und Koppler
- ✓ Punkt zu Punkt Abstände
- ✓ Kabelgesamtlänge
- ✓ Steckerqualität (ORL)
- ✓ Gesamtdämpfung der Strecke

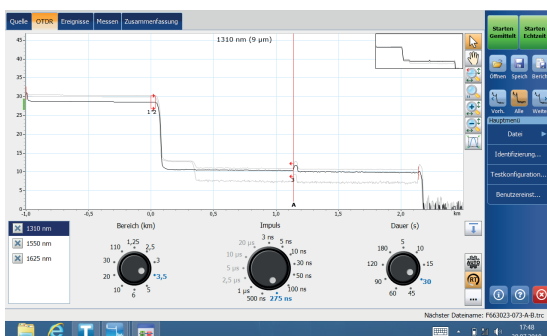
## Wie finde ich das richtige OTDR – welches sind die Entscheidungskriterien?

- ✓ Dynamik je höher desto besser (weite Strecken / Splitter)
- ✓ Sampling Rate je höher desto besser (bessere Auflösung)
- ✓ Totzone je kürzer desto besser (mehr Ereignisse finden)
- ✓ Dokumentation Bericht direkt auf dem Gerät erstellen
- ✓ Modularität flexibel Module und Anwendungen tauschen
- ✓ Darstellung OTDR Kurve, Symbole und Ereignistabelle
- ✓ Bedienbarkeit Intuitiv bedienbare Benutzeroberfläche

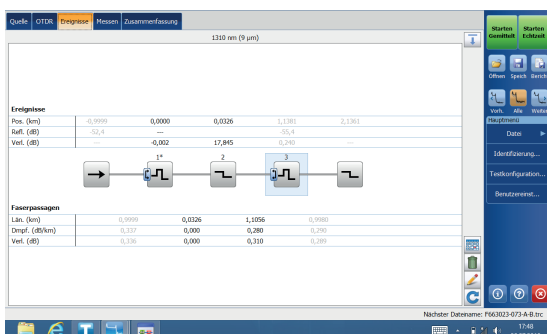
**Siehe OTDR Entscheidungsbaum für eine schnelle Übersicht**

## Welche Darstellungen liefert ein OTDR?

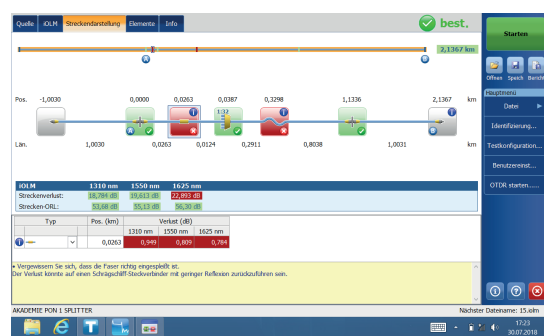
Bei EXFO lobenswerter Weise immer gleich und immer übersichtlich – der OTDR-Bildschirm mit seiner Benutzeroberfläche. In Bild 1) gut zu erkennen: die 4 wichtigsten Grundeinstellungen: Wellenlänge, Messbereich, Pulsbreite und Mittlungsdauer.



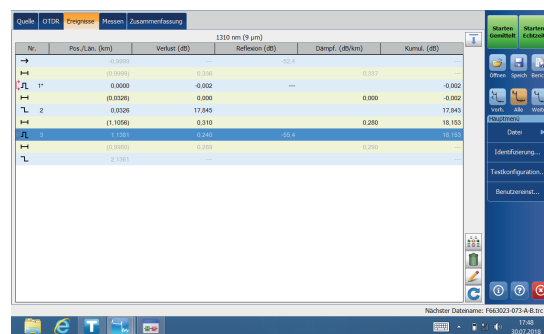
1) Klassische OTDR-Kurve, verständliche Bedienelemente



Linear View stellt die gefundenen Ereignisse mit Symbolen dar



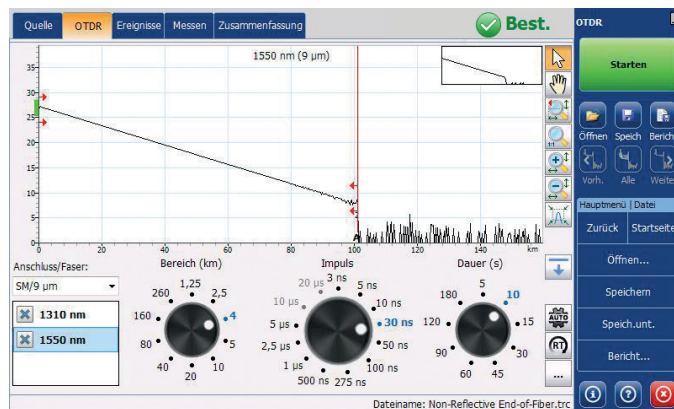
iOLM ist die modernste Form eines OTDRs mit eigener KI



Die Ereignistabelle listet Ereignisse und Dämpfungswerte auf

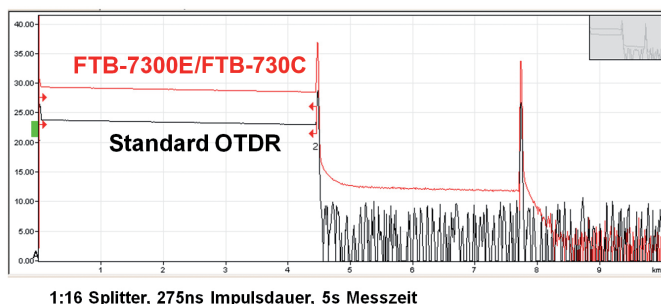
## OTDR Messung

Eine OTDR-Messung liefert neben einer Längenmessung, den orts aufgelösten Dämpfungsverlauf eines Prüflings. Das Messprinzip beruht darauf, dass in den Prüfling gesendete kurze Pulse den Prüfling durchlaufen. Beim Durchlaufen der Faser wird von jedem Ort ein kleiner Teil des Lichts auf Grund der Rayleigh-Streuung zum Gerät zurück geleitet. Von entfernten Orten kommt die Streuung also später und um die Faserdämpfung abgeschwächt zum Messgerät zurück. Die Anzeige des Messgerätes stellt den Intensitätsverlauf über einer Zeitachse dar, wobei die Zeitachse in Entfernung umgerechnet ist. Grundsätzlich ist die Messkurve eine abfallende Gerade, auf der lokale Dämpfungsstellen durch zusätzliche „Intensitätsstufen“ erkannt werden können.



Beispiel typische OTDR-Darstellung, Autom. Messung mit 1, 2 oder 3 A

An Steckverbindern entstehen auf Grund der Fresnelreflexion vergleichsweise starke Signale, die auf der OTDR-Kurve als positive Ausschläge dargestellt werden. Werden unterschiedliche Fasertypen verbunden und mit einem OTDR gemessen, kann es zu richtungsabhängigen Dämpfungswerten kommen (Gainer/Looser). Dies begründet die häufige Forderung, Glasfaserstrecken bidirektional zu messen. Kenngrößen eines OTDRs sind deren Dynamikbereich, so genannte Totzonen (nach Steckerreflexionen) und Auflösungsvermögen. Angeboten werden OTDRs sowohl für Multimode Fasern und Messwellenlängen von 850 und 1300nm als auch für Singlemode Fasern mit Messwellenlängen von 1310, 1383, 1490, 1550 und/oder 1625 bzw. 1650nm. Um den Eingangsstecker eines Prüflings beurteilen zu können, ist eine Vorlauffaser zu verwenden. Die Vorlauffaser muss der jeweiligen OTDR-Pulsbreite angepasst sein. Für Singlemode-Messungen werden häufig Vorlaufstrecken von 500 bzw. 1000m, für Multimode-Messungen Vorlaufstrecken von 200m verwendet. Wir empfehlen einen Eingangsstecker mit APC-Schliff und die Ergänzung des OTDRs mit iOLM.



Die Grafik zeigt eine PON-Messung (über einen Splitter hinweg)

## OTDR Kenngrößen

Ein OTDR ermittelt die Entfernung zu Steckern, Splitttern, Knicken und anderen Störungen sowie deren Dämpfungswerte im optischen Netz. Vor der Anschaffung eines OTDRs sollte man sich unbedingt über die grundlegenden Parameter und deren Auswirkung bewusst sein, denn längst nicht jedes OTDR ist für jeden Einsatzzweck geeignet.

**Dynamik Bereich, Totzonen (Dämpfung & Ereignis), Abtast-Auflösung, Möglichkeit Pass-/Fail-Grenzwerte zu setzen, Nachbearbeitung und Berichterstellung**

Der Dynamik-Bereich sagt etwas darüber aus, wie weit gemessen werden kann. Dabei muss man zwischen nominellem und nutzbaren Dynamikbereich unterscheiden. Als Daumenwert kann man sagen, ein 35 dB Singlemode OTDR hat einen nutzbaren Dynamikbereich von 28dB und hat damit, auf einer typischen LWL-Strecke mit einigen Spleissen unterwegs, bei 1550nm eine Reichweite von rund 100km. Ein Multimode OTDR von z.B. 26 dB hat vielleicht einen nutzbaren Bereich von 16 dB und schafft auf Grund der höheren Streckendämpfung in unserem Beispiel bei 850nm eine Reichweite von 5km. Totzonen sind auf Reflexionen zurückzuführen (Stecker, mechanische Spleisse u.ä.) und beschreiben die Strecke, auf der das OTDR quasi blind ist für mögliche Ereignisse. Das beruht auf einer vorübergehenden Sättigung der Empfangseinheit und Zeit wird in Strecke umgerechnet. Die Ereignis-Totzone beschreibt den Bereich in dem 2 aufeinander folgende reflektive Ereignisse nicht voneinander unterschieden werden können (Standardwerte sind zwischen 0,8 und 1m). Die Dämpfungstotzone beschreibt den Bereich nach einem reflektiven Ereignis in dem kein reflektives oder auch nicht reflektives Ereignis gemessen werden kann (Standardwerte sind 3 bis 10m). EXFOs neue OTDR-Generation schafft dank kurzer Pulsbreite (3ns) und hoher Abtastauflösung 0,5 bzw. 2,5m kurze Totzonen. Eine besondere Herausforderung ergibt sich bei der Messung von Splitttern in PON-Netzen. In diesem Fall wird die Totzone nach dem Splitter (= großes Dämpfungsereignis) bewertet. Beispiel: PON-Totzone = 35m nach einem Splitter mit 13dB Dämpfung @ 50ns Pulsbreite (siehe Grafik u.r.). Die Abtast-Auflösung definiert den minimalen Abstand zweier aufeinander folgender Punkte, die das Gerät unterscheiden kann. Dieser Wert ist abhängig von der Pulsbreite und der Entfernung und kann z.B. bei EXFO zwischen 4cm und 5m variieren. Einstellbare Pass-/Fail-Grenzwerte können die Arbeit erheblich erleichtern. Entsprechende Stellen werden in der Messkurve hervorgehoben und werden in die Auswertung mit aufgenommen. Die Berichterstellung ist ein weiterer großer Zeitfaktor. Ist eine leistungsfähige Nachbearbeitungssoftware bereits auf dem OTDR vorhanden, so lassen sich Batch-Prozesse erstellen und bei der Berichterstellung bis zu 90% Zeit sparen!

Praktisch alle OTDR haben eine Automateinstellung. Jedoch ersetzt diese Automatik nicht das Wissen des Technikers. Nur iOLM kann Ihnen das weitestgehend abnehmen. Die wichtigsten Grundeinstellungen selbst vorzunehmen hat folgende Vorteile:

- ✓ Zeitersparnis
- ✓ Genauigkeit der Anzeige
- ✓ Genauigkeit der Streckenlänge
- ✓ Anzahl der gefundenen Ereignisse

## Grundeinstellungen vor der OTDR-Messung & Ereignisdarstellung

### Messbereich

Da der eingestellte Messbereich sich direkt auf die Wiederholrate der Impulse auswirkt, kann folgendes passieren: Wird der Messbereich zu klein eingestellt, hat der einzelne Lichtpuls nicht genügend Zeit die Strecke in beide Richtungen zu durchlaufen, bevor der nächste Puls losgeschickt wird. Durch die daraus resultierenden Überlagerungen kommt es zu Messfehlern.

### Brechzahl

Die Brechzahl des Faserkerns ist bei unterschiedlichen Fasertypen verschieden und hängt auch von der Wellenlänge ab. Stimmt die Brechzahl nicht, ist die Fehlerlokalisierung ungenau. Ebenso ist die korrekte Brechzahl wichtig, um reflektive Ereignisse (Stecker) charakterisieren zu können.

### Impulsbreite

Je kleiner die Impulsbreite, desto höher ist die Auflösung des OTDRs. In der Praxis bedeutet das, dicht aufeinander folgende Ereignisse unterscheiden zu können (siehe Totzonen) und Ereignisse mit geringer Dämpfung erkennen zu können. EXFO OTDRs haben z.B. einen sehr guten 3ns Puls. Die sich daraus ergebende Ereignistotzone beträgt rechnerisch 0,3m. Mit der kürzesten Pulsbreite stellt man aber gleichzeitig die geringste Dynamik ein, so dass damit in der Regel keine Strecke bis zum Ende hin charakterisiert werden kann, denn am Ende der Strecke müssen noch 12dB Dynamik übrig sein, um das Signal vom Endrauschen unterscheiden zu können. Sind auf der Strecke Splitter oder Koppler verbaut, so muss mit entsprechend hoher Dynamik ge-

messen werden. Da sich also Auflösung und Reichweite widersprechen, müssen mehrere Messungen durchgeführt werden, um die Strecke komplett darstellen zu können.

### Mittelungsdauer

Die voreingestellte Messdauer hat ebenfalls Einfluss auf die Genauigkeit des OTDRs. Je länger die voreingestellte Zeit, desto höher die Genauigkeit.

### Wellenlänge

Die zu messenden Wellenlängen sind oft vorgeschrieben. Um Macrobendings erkennen zu können, müssen Sie mit zumindest 2 Wellenlängen messen.

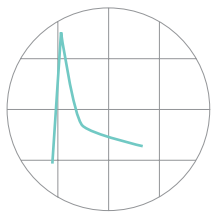
### iOLM

iOLM kann viel mehr als die Automateinstellung des OTDRs und eine symbolhafte Darstellung der Ereignisse. iOLM kann Streckencharakteristika selbstständig erkennen und entsprechend ALLE Grundeinstellungen vornehmen, aber auch bei diesem intelligenten Helfer sparen Sie Zeit, wenn Sie zumindest die Streckenlänge oder andere Parameter kennen und voreinstellen. Dafür gibt es verschiedene Modi, die beispielsweise im Zugangsnetz effektiv sind oder im Rechenzentrum mit vielen Events und kurzen Strecken etc.

### Steckerreinigung:

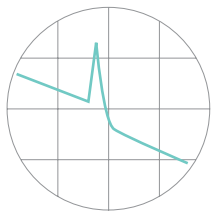
Ohne Reinigung und Prüfung aller Stecker, brauchen Sie mit der Messung gar nicht erst zu beginnen!

### Beispiele für typische Ereignisse auf einer OTDR Kurve



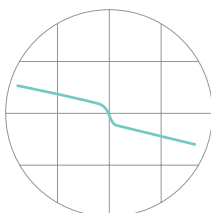
#### Reflektives Ereignis - Einkoppelung

Um den gesamten Optischen Anschluss beurteilen zu können, müssen Sie mit Vorlauf- und Nachlauf Fasern arbeiten (OTDR) oder ein kürzeres Vor- und Nachlaufkabel verwenden (iOLM). Am Eingangsstecker des Messgerätes entsteht dieses reflektive Ereignis.



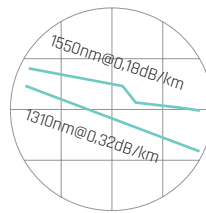
#### Reflektives Ereignis - Stecker

Ein mechanischer Spleiss wird in aller Regel ebenso wie ein Stecker als reflektives Ereignis wahrgenommen. Das liegt am minimalen (Luft-) Spalt zwischen den Faserenden.



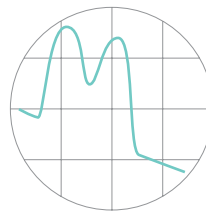
#### Nicht-reflektives Ereignis

Fusionsspleisse sind nicht reflektiv, rufen jedoch eine geringe Dämpfung hervor. In Einzelfällen können auch sehr gute APC-Stecker als nicht-reflektives Ereignis erscheinen.



#### Macrobending

Ein Macrobending ist eine Biegung der Faser durch mechanische Beanspruchung oder durch einen Verlegefehler. Macrobends können sehr hohe Dämpfungen hervorrufen. Diese Ereignisse sind nicht-reflektiv. Nachweis durch Messungen mit 2 Wellenlängen.



#### Dämpfungstotzone (ADZ)

Als Dämpfungstotzone bezeichnet man den Mindestabstand nach einem Ereignis, bevor ein nicht-reflektives Ereignis gemessen werden kann.

#### Ereignistotzone (EDZ)

Als Ereignistotzone bezeichnet man den nötigen Abstand, um zwei reflektive Ereignisse voneinander zu unterscheiden.



#### Faserende (oder Faserbruch)

Um das Faserende charakterisieren zu können, benötigt man eine Nachlauf faser und ein OTDR mit ausreichender Dynamik. Die erforderliche Dynamik ist abhängig von der Streckenlänge und den Ereignissen, insbesondere Splitter/Koppler. Danach folgt Rauschen.