

# OTDR Ereignis-Analyse

Mark Miller

## Einleitung

Glasfasernetze in Rechenzentren, Firmen und FTTx liefern gleich mehrere Herausforderungen beim Lokalisieren und Messen von Ereignissen und Beeinträchtigungen. Zu diesen Herausforderungen gehören mehrfache Stecker und Spleiße in jeder Faser, zahlreiche kurze Verbindungskabel und Splitter. Höhere Datenraten befeuern die Notwendigkeit niedriger Reflektionen und Verluste. Die schiere Zahl der zu testenden Fasern kann abschrecken, weshalb zur automatisierten Ereignis-Analyse gegriffen wird. Das Noyes M310 verwendet leistungsfähige Algorithmen bei der Analyse von OTDR-Messungen, was dem Benutzer sehr genaue und verlässliche Ereignis-Tabellen automatisiert zur Verfügung stellt.



## Warum eine genaue Ereignis-Analyse entscheidend ist

Eine verlässliche und genaue Ereignis-Analyse ist notwendig, um Abnahmedokumentationen von Faserverbindungen zu erstellen und Fehler in defekten Netzwerken zu beheben. Zu den sogenannten Ereignissen bei Fasern gehören Stecker, Spleiße, optische Splitter und Makrokrümmungen. Die notwendigen Messgrößen bei Ereignissen sind:

- Position
- Erkennung der Art des Ereignisses
- Reflektivität
- Verlust

Diese „Tier 2“-Messungen werden bei einer Reihe von ANSI, BICSI, TIA und ISO/IEC Standards gefordert. Der Benutzer eines OTDR vertraut darauf, dass die angezeigten Ereignis-Tabellen, Verläufe usw. genau sind. In Wahrheit kann er sich aber nicht vollständig auf die Ereignis-Analyse seines OTDR verlassen. AFL Noyes hat beträchtliche Zeit investiert, Techniken zur verbesserten Ereignis-Analyse zu erforschen. Als Ergebnis dieser Forschung besitzt das M310 OTDR die höchste Genauigkeit bei der Ereignis-Analyse unter allen auf dem Markt befindlichen OTDRs.

## Bewertung der Leistungsfähigkeit der Ereignis-Analyse

Im Gegensatz zu anderen OTDR-Leistungsmerkmalen wie dem Dynamikbereich und der Totzone gibt es keine Industriestandards, die definieren würden, wie gut die Ereignis-Analyse funktioniert. Die neuen Algorithmen zur Ereignis-Analyse von AFL Noyes wurden durch Labor- und Feldmessungen an vielen Arten von Singlemode- und Multimode-Netzwerken bewertet, die jeweils zahlreiche Ereignis-Kombinationen enthielten. Es wurden zudem Vergleichsmessungen zwischen den OTDRs von AFL und denen anderer Hersteller vorgenommen. Die Kriterien, anhand derer die Effektivität der Ereignis-Analyse bewertet wurde, sind:

- Zahl der übereinstimmenden Ereignisse: Werden alle tatsächlichen Ereignisse detektiert? Dieser Wert sollte so hoch wie möglich sein, wobei 100% einem perfekten Ergebnis entspricht.
- Zahl der falschen Ereignisse: Werden falsche Ereignisse detektiert? Dies ist für gewöhnlich auf Spitzen im Rauschen zurückzuführen. Dieser Wert sollte so gering wie möglich sein, wobei 0% einem perfekten Ergebnis entspricht. Jedes OTDR unterliegt dem Erkennen von falschen Ereignissen.
- Wiederholbarkeit: Ist das Ergebnis wiederholbar, wenn das gleiche Netzwerk mehrfach getestet wird? Dieser Wert sollte so hoch wie möglich sein, wobei 100% einem perfekten Ergebnis entspricht.

Das M310 ist das einzige OTDR, welches alle drei Punkte optimiert und so eine bessere Ereignis-Analyse als jedes andere OTDR liefert.

## Das M310 überwindet die Schwächen der Ereignis-Analyse

### Verringerung der falschen Ereignisse

OTDRs verwenden seit jeher Methoden zur Ereignis-Detektion, welche auf dem offensichtlichen Ausmaß des Dämpfungsverlustes und der Reflektivität des Ereignisses beruhen. Der Benutzer wählt einen „Ereignis-Schwellwert“ und sobald dieser überschritten wird, wird ein Ereignis „detektiert“ und angezeigt. Dieser Ansatz ist vom Rauschen abhängig, weshalb Rauschspitzen fälschlicherweise als Ereignis (falsches Ereignis) klassifiziert werden können. Die Genauigkeit nimmt außerdem mit der Entfernung ab, da das Rauschen bei größeren Entfernungen zu- und die Stärke des Ereignisses abnimmt. Dies führt verstärkt zu verpassten Ereignissen. Der Versuch, die Anzahl der verpassten Ereignisse durch die Erhöhung der Empfindlichkeit (d.h. Verringerung des Schwellwertes) zu verringern, erhöht die Anzahl der falschen Ereignisse. Dieser Effekt ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Datenpunkte zeigen die gemessenen Werte des M310 im Vergleich zu OTDRs anderer Hersteller in Bezug auf übereinstimmende und falsche Ereignisse. Der Punkt der perfekten Messung ist durch die Zielscheibe unten rechts gekennzeichnet. Der eingestellte Ereignis-Schwellwert für diese Datenpunkte war 0,1 dB. Jedes der nicht-AFL-Produkte schnitt bei diesem Schwellwert schlechter ab als das M310. Wird der Schwellwert beim M310 von 0,1 dB auf 0,01 dB abgesenkt, erhöht sich die Anzahl der übereinstimmenden Ereignisse auf Kosten einer Erhöhung der falschen Ereignisse. Ein Absenken des Schwellwerts von 0,1 dB auf 0,01 dB beim OTDR „F“ hat keinerlei Auswirkung auf die übereinstimmenden Ereignisse. Die Anzahl der falschen Ereignisse erhöht sich jedoch signifikant.

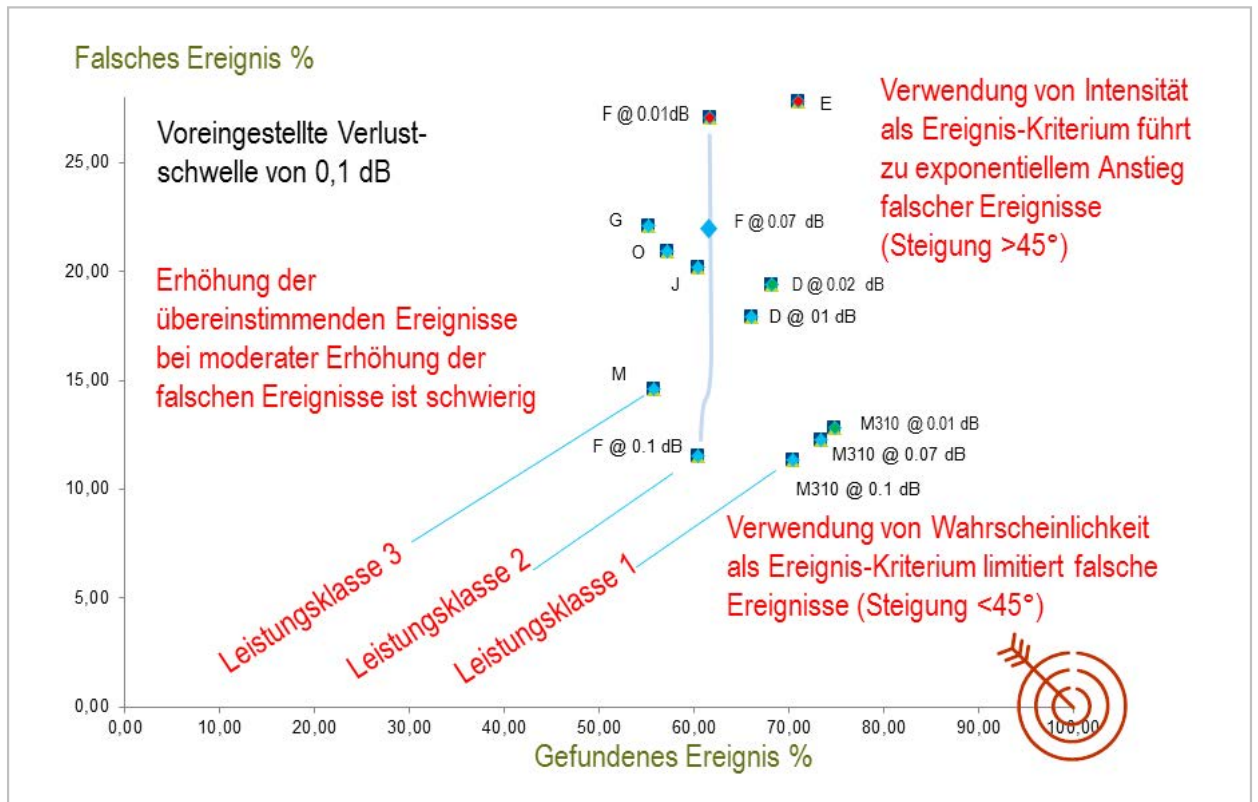
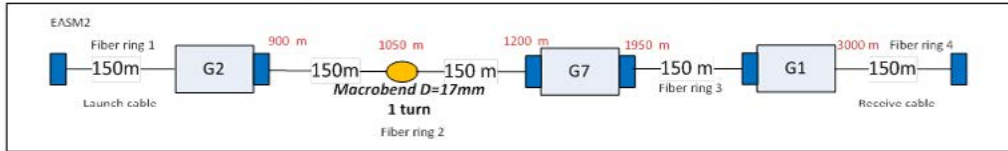


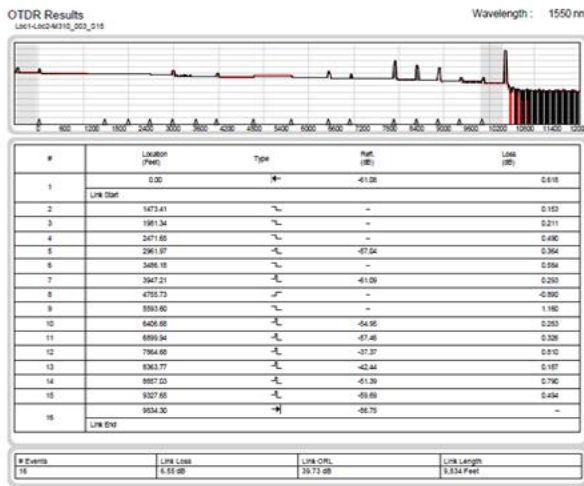
Abbildung 1 – Vergleich der Ereignis-Analyse verschiedener OTDRs

Das M310 verwendet Algorithmen zur Ereignis-Analyse, welche eine Erhöhung der Empfindlichkeit erlauben, ohne die Anzahl der falschen Ereignisse übermäßig zu vergrößern. Dies ist in Abbildung 2 dargestellt. Hier werden die Messungen vom M310 und einem Wettbewerber abgebildet, aufgenommen in einem Netzwerk mit 16 Ereignissen. Das M310 detektiert alle 16 Ereignisse erfolgreich, während der Wettbewerber 13 falsche Ereignisse listet.

## Die Herausforderung: Ein Netzwerk mit 16 Ereignissen



### M310 – detektiert 16 Ereignisse



### Wettbewerber – detektiert 29 Ereignisse

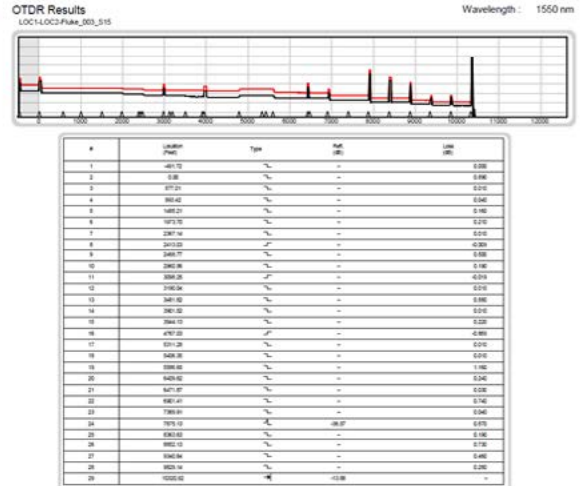


Abbildung 2 – Falsche Ereignisse – M310 vs. OTDR eines Wettbewerbers in einem Netzwerk mit 16 Ereignissen

Die Ergebnisse in Abbildung 2 wurden mit Hilfe der Test Result Manager (TRM) PC-Software von AFL dargestellt. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse des gleichen Wettbewerber-Geräts im gleichen Netzwerk mit 16 Ereignissen, dargestellt durch die geräteeigene Testmanager-Software. Wie bereits in Abbildung 2 ersichtlich, meldet der Wettbewerber zahlreiche falsche Ereignisse.

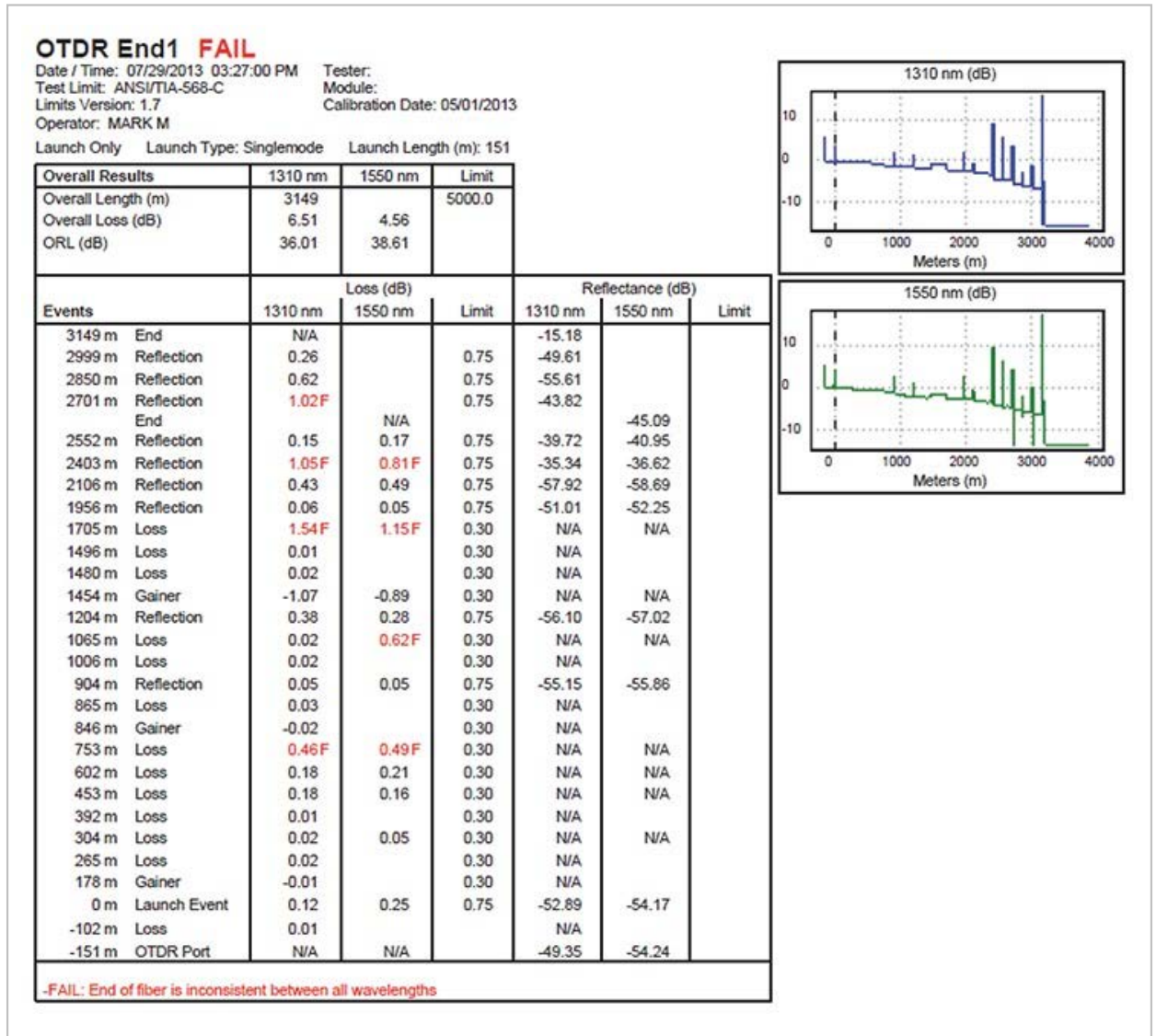


Abbildung 3 – 16-Ereignis-Netzwerk, gemessen mit dem OTDR eines Wettbewerbers

## Dicht aufeinanderfolgende Ereignisse

OTDRs haben immer Probleme, dicht aufeinanderfolgende Ereignisse zu separieren. Selbst wenn die Totzone des Gerätes klein genug ist, um dicht aufeinanderfolgende Ereignisse in der Messung zu zeigen, wird die Ereignis-Analyse nicht alle Ereignisse detektieren. Nach dem ersten Ereignis übersieht die Ereignis-Tabelle die darauffolgenden dichten Ereignisse komplett oder klassifiziert sie als „versteckte Ereignisse“. Das Problem bei versteckten Ereignissen ist, dass das OTDR sie mit dem ersten Ereignis zusammenwirft und keine Messung des Dämpfungsverlustes vornimmt. In vielen Anwendungen ist jedoch ein vollständiger Satz an Messdaten für jedes Ereignis erforderlich. Diese Unzulänglichkeiten werden ernster, wenn die Ereignisse nah genug beieinander liegen, um aufgrund der OTDR-Totzone zu verschmelzen. Dies ist in Abbildung 4 dargestellt. Im oberen Teil der Abbildung erkennt man klar zwei Ereignisse vergleichbarer Intensität. Im unteren Teil erscheint das zweite Ereignis lediglich als Ausschlag der abklingenden Dämpfungs-Totzone des ersten Ereignisses.

### Separate und „überlappende“ Ereignisse

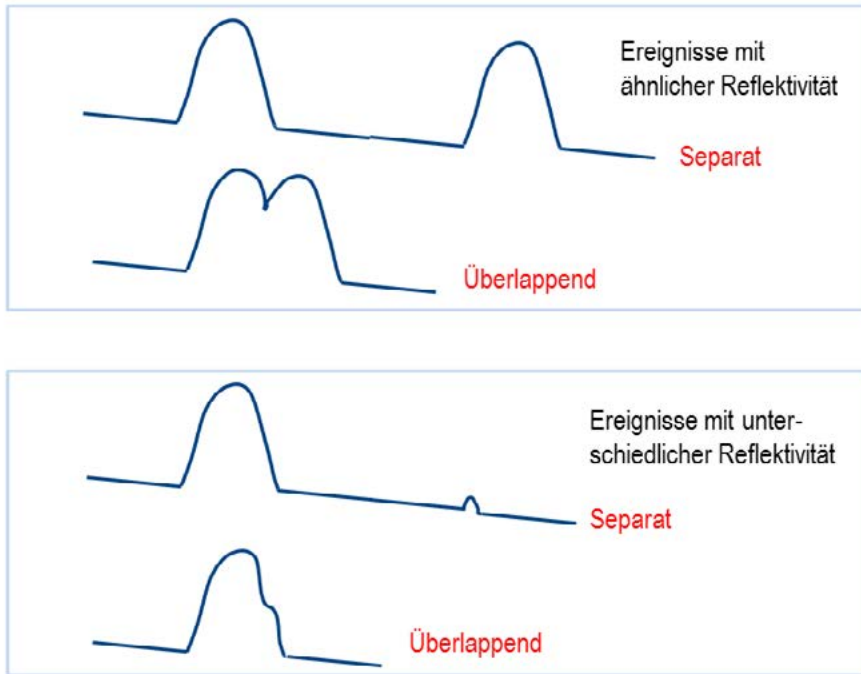


Abbildung 4 – Dicht aufeinanderfolgende Ereignisse

Im Gegensatz zu einem weit verbreiteten OTDR eines Wettbewerbers, welches derartige Ereignisse als „versteckt“ klassifiziert, ist das M310 in der Lage, diese zu separieren und zu messen. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse vom Test eines 2 m Verbindungskabels, durchgeführt mit einem M310 und seiner mächtigen Ereignis-Analyse. Es werden die Reflektivität und der Dämpfungsverlust der Verbindungen an beiden Enden des Kabels gemessen. Dies ist ein nützliches Werkzeug bei der Qualitätsprüfung von Verbindungskabeln. Hohe Reflektivitäten stören vor allem in LANs mit 10, 40 oder 100 Gb/s, in Weitverkehrsnetzen und in Netzen, welche analoge Videosignale übertragen. Die Verwendung eines optischen Leistungsmessgerätes samt optischer Lichtquelle liefert bei der Überprüfung von Verbindungskabeln lediglich den Dämpfungsverlust und andere OTDRs sind nicht in der Lage, Verlust und Reflektivität an beiden Enden zu messen.



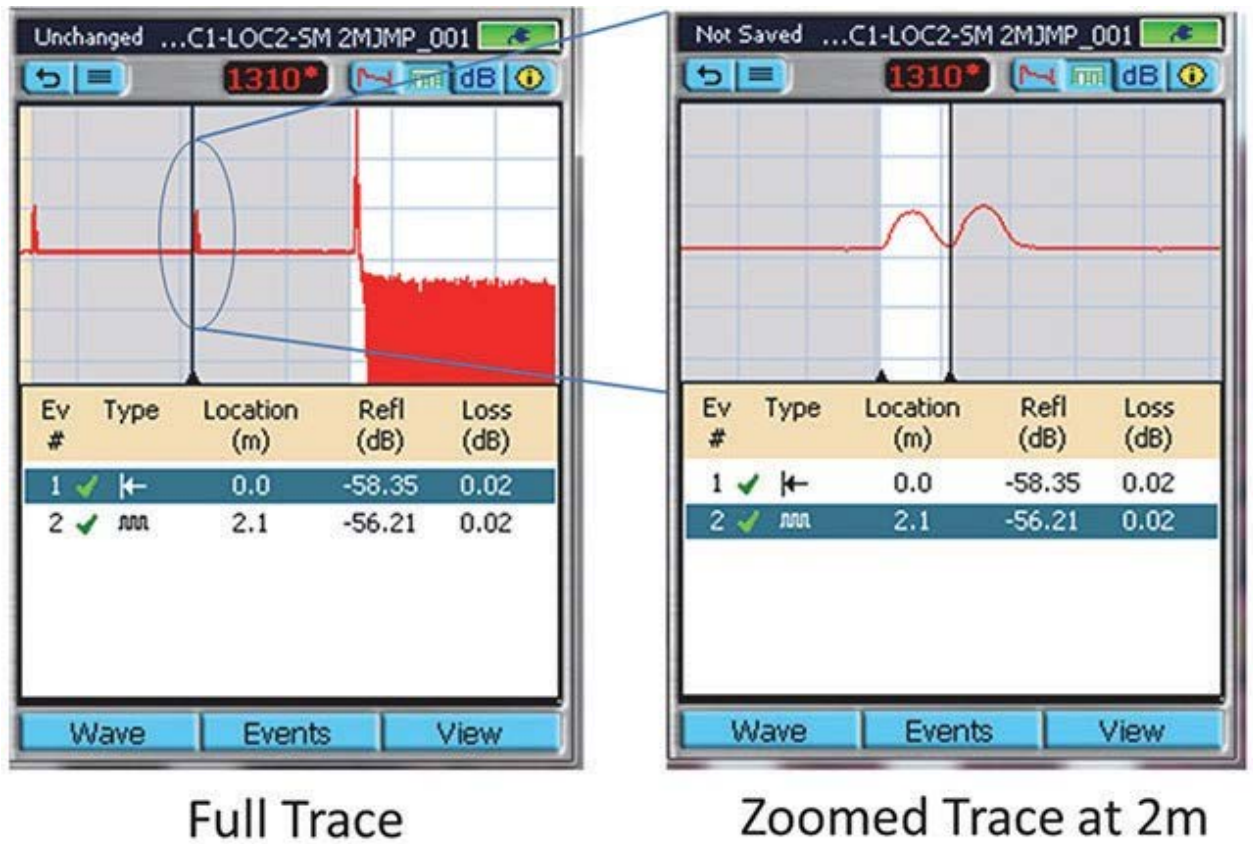


Abbildung 5 – Dicht aufeinanderfolgende Ereignisse; M310 beim Testen eines 2 m kurzen Verbindungskabels

Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse beim Testen des gleichen 2 m Verbindungskabels mit dem Gerät eines Wettbewerbers. Obwohl die Position beider Ereignisse angezeigt wird, ist der zweite Stecker als „verstecktes“ Ereignis klassifiziert. Es werden keine Verlustmessungen angegeben und die gemessenen Reflektivitätswerte sind ungenau.

### EventMap

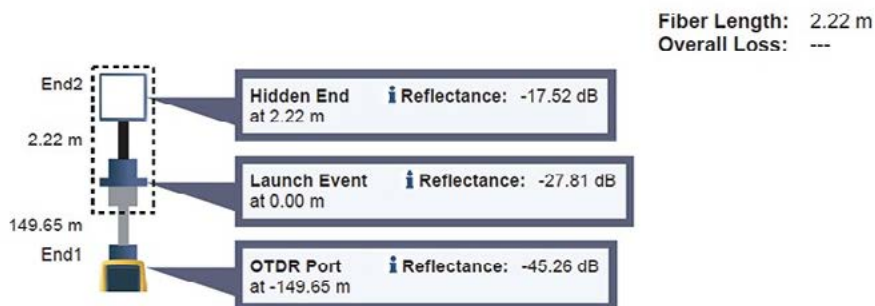


Abbildung 6 – 2 m Verbindungskabel, getestet mit einem Wettbewerber

Abbildung 7 zeigt die typische Konfiguration eines Netzwerkes im Rechenzentrum, in dem mehrere kurze Verbindungskabel und andere dicht aufeinanderfolgende Ereignisse vorkommen – insgesamt neun Ereignisse. Der Beginn des Kabels, wo auf eine 3 m Strecke eine 2 m Strecke folgt, stellt eine besondere Herausforderung dar. Dieses Netzwerk enthält außerdem ein Gainer-Ereignis nach 15 m, gefolgt von einem nicht-reflektiven Verlust-Ereignis nach 25 m – ebenfalls herausfordernd.

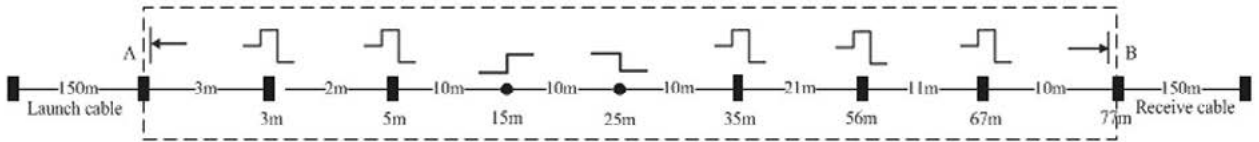


Abbildung 7 – Typisches Netzwerk eines Rechenzentrums

Abbildung 8 zeigt den Anfang des Netzwerkes als vergrößerten Bereich im OTDR. Dabei wurden die ersten drei Ereignisse erfolgreich detektiert und vermessen, einschließlich der kurzen Verbindungskabel (Ereignisse #2 und #3). Andere OTDRs liefern keine Verlustmessungen für diese Ereignisse.

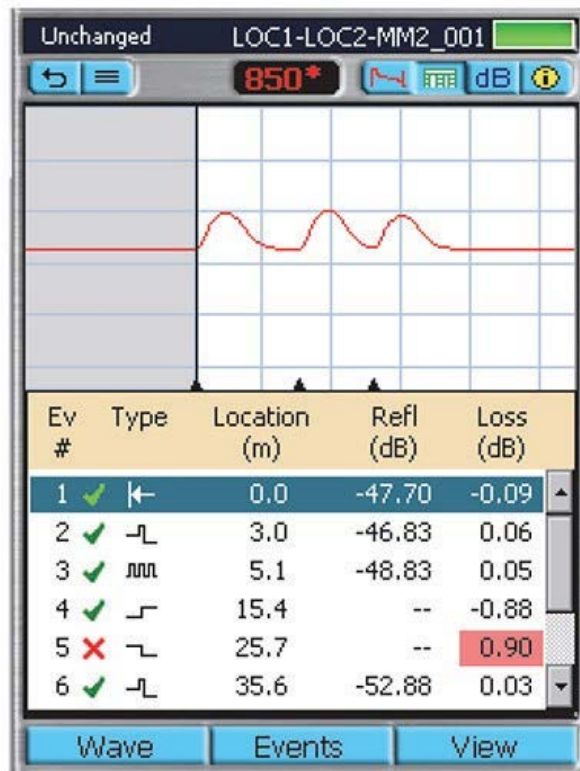


Abbildung 8 – Testergebnisse für ein Netzwerk eines Rechenzentrums mit kurzen Verbindungskabeln, Anfangsbereich vergrößert



Abbildung 9 zeigt den vergrößerten Mittelteil des Netzwerkes mit dem Gainer- und dem nicht-reflektiven Verlust-Ereignis (Ereignisse #4 und #5). Selbst für das geschulte Auge sind diese beiden Ereignisse nur schwer im Rauschen auszumachen.

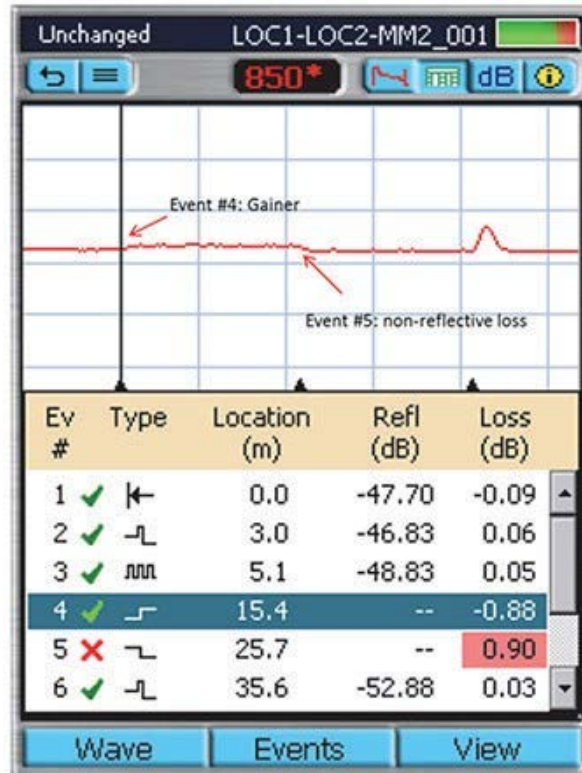


Abbildung 9 – Vergrößertes Gainer- und nicht-reflektives Verlust-Ereignis

Abbildung 10 zeigt den vergrößerten Endteil des Netzwerkes (Ereignisse #6 bis #9).

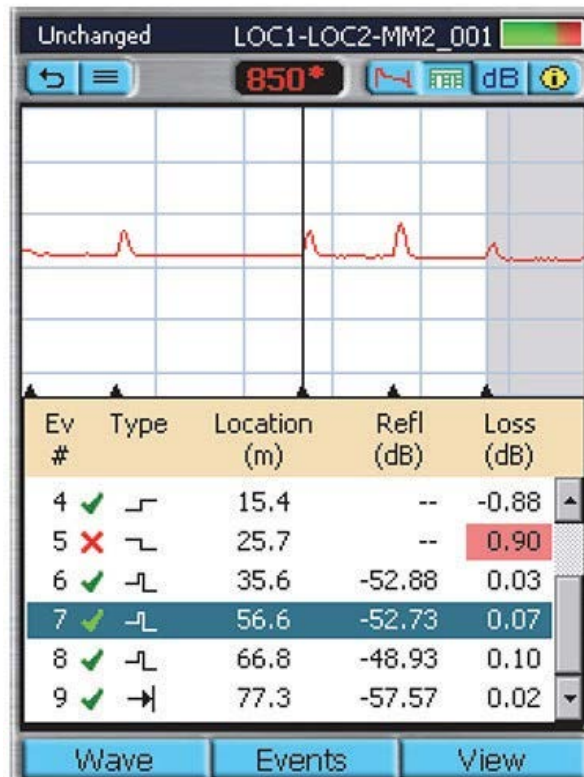


Abbildung 10 – Vergrößerter Endteil des Rechenzentrum-Netzwerkes

## Vor- und Nachlauf-Fasern

Alle Ereignisse im Netzwerk wurden erfolgreich vom M310 detektiert und vermessen. Wie übliche Praxis, wurden Vor- und Nachlauf-Fasern verwendet, um Verlust und Reflektivität des ersten und letzten Ereignisses der zu testenden Faser messen zu können. Eine der Besonderheiten der Ereignis-Analyse beim M310 ist die Fähigkeit, die normalen Abweichungen in der Länge von Vor- und Nachlauf-Fasern zu kompensieren und den Beginn bzw. das Ende der zu testenden Faser korrekt zu identifizieren – ohne einen separaten Kalibrierungstest vornehmen zu müssen.

## Checkliste Ereignis-Analyse

Da Ereignis-Analyse nicht durch Standardspezifikationen definiert ist, hilft die folgende Checkliste bei der Auswahl des richtigen OTDR für beste Ergebnisse:

- Wie viele Ereignisse werden beim Messen eines typischen Netzwerkes verpasst?
- Wie viele falsche Ereignisse treten beim Setzen des Schwellwertes auf das gewünschte Maß auf?
- Werden die Ereignis-Arten korrekt identifiziert?
- Kann das OTDR dicht aufeinanderfolgende Ereignisse korrekt separieren und Reflektivität und Verlust messen?
- Ist es notwendig, eine separate Kalibrierung der Vor- und Nachlauf-Fasern durchzuführen, um Anfang bzw. Ende der zu testenden Faser korrekt zu bestimmen?
- Liefert das OTDR wirklich alle relevanten Messungen für jedes Ereignis?

### Schlussfolgerung

Die fortschrittliche Ereignis-Analyse-Software beim M310 ist das Produkt intensiver Forschung zu den Eigenschaften von Ereignissen in Lichtwellenleitern und liefert eine deutliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei Event-Analysen. Dies bedeutet für den Benutzer, dass er sich sicher sein kann, mit dem Druck einer einzigen Taste die akkuraten Positionen und Messergebnisse aller Ereignisse zu erhalten – ohne das verwirrende Auftreten falscher Ereignisse. Viele am Markt erhältliche OTDRs übersehen oft wichtige Ereignisse, die auf kurze Verbindungskabel (bspw. in Rechenzentren oder Firmennetzwerken) zurückzuführen sind und Ausfälle verursachen können. Gleichzeitig werden falsche Ereignisse gemeldet, was zeitraubende Zusatztests zur Folge hat. Um schnelle und akkurate Resultate zu erhalten, sind beim M310 weder besonderes Wissen oder Training noch spezielle Testaufbauten notwendig.