



Handbuch für die Fehlersuche
in Kupferverkabelungen

Inhalt

Einführung	2
Grundlagen der Fehlersuche	3
Link-Modelle	4
Automatische Diagnosefunktionen der DTX-Serie	5
Ursachen für Verkabelungsfehler	8
Erweiterte Diagnose für die Fehlersuche	10
Zusammenfassung	16

Einführung

Die „Zertifizierung“ ist der Prozess, bei dem die Übertragungsleistung eines installierten Verkabelungssystems mit Hilfe einer festgelegten Standardmethode zur Messung der Leistung mit einem Standard verglichen wird. Die Zertifizierung des Verkabelungssystems dient als Nachweis für die Qualität der Komponenten und die fachliche Güte der Installation. In der Regel ist sie ein „Muss“ für die Garantie seitens des Verkabelungssystemherstellers. Die Zertifizierung erfordert, dass die Kabelverbindungen die Prüfung bestehen („Pass“). Techniker müssen fehlerhafte Links bzw. Verkabelungsstrecken diagnostizieren und nach Korrekturmaßnahmen eine erneute Prüfung durchführen, um sicherzustellen, dass der Link die erforderliche Übertragungsleistung erfüllt. Der gesamte Zeitaufwand für die Zertifizierung einer Installation schließt nicht nur die Zertifizierungsmaßnahmen, sondern auch die Dokumentation und Fehlersuche ein.

Warum ist eine erweiterte Diagnose notwendig?

Kabelinstallateure müssen heute in der Lage sein, eine Fehlersuche und Diagnose für leistungsstarke Kabelsysteme vorzunehmen.

Im Zuge der Entwicklung und Implementierung von neuen, noch leistungsstärkeren Verkabelungssystemen erfordert jeder Aspekt bei der Installation ein hohes Maß an Know-how und Detailgenauigkeit. Des Weiteren sind neue Testparameter hinzugekommen. Die Links müssen nach dem Permanent Link- oder dem Kanal-Modell sowie über einen größeren Frequenzbereich und anhand einer größeren Vielzahl von Datenpunkten geprüft und analysiert werden. Die Komponenten, mit denen diese Links erstellt werden, müssen eine bessere Leistungsfähigkeit bieten, wobei die fachliche Qualität bei der Installation dementsprechend zunehmen muss.

Da diese Verkabelungssysteme immer komplexer werden, wird es auch immer schwieriger, die Fehlerursache zu ermitteln und eine adäquate Leistung wiederherzustellen. In diesem Handbuch werden Sie schrittweise durch die Fehlersuche in erweiterten strukturierten Verkabelungssystemen mit dem DTX Series CableAnalyzer™ von Fluke Networks geleitet, damit Sie Ihre Produktivität steigern und eine höhere Wertschöpfung für Ihr Unternehmen erzielen können.



Grundlagen der Fehlersuche

Häufigste Ursachen für Fehler in Twisted-Pair-Kabeln:

1. Installationsfehler: Einwandfreie Verbindungen unter Beibehaltung der Aderpaare und Twistrate in jedem Paar; behalten Sie die „ursprüngliche Verdrehung“ (Twist) in jedem Aderpaar nach Möglichkeit immer bei.
2. Anschlüsse, die nicht der erforderlichen Übertragungsqualität gerecht werden
3. Falsche Konfiguration des Testers
4. Defekte oder Schäden im installierten Kabel
5. Ungeeignete Patchkabel*

Patchkabel sind eine häufige Fehlerursache in Netzwerken. Die Zertifizierung wird oft nach dem Permanent Link-Modell vorgenommen, da die eigentlichen Patchkabel noch nicht im Netzwerk installiert sind oder zur Verfügung stehen.

Bevor Sie mit dem Testen beginnen, sollten Sie Folgendes grundlegend prüfen:

- Wurde der richtige Teststandard ausgewählt? – Der Zertifizierungstest wird als automatischer Test oder „Autotest“ durchgeführt. Der von Ihnen für einen Autotest ausgewählte Teststandard legt das Link-Modell (Permanent Link oder Übertragungskanal), die zu messenden Testparameter, den Frequenzbereich, in dem die Tests durchgeführt werden, sowie die Pass/Fail-Kriterien für jeden Test fest.
- Wurde das richtige Link-Modell ausgewählt?
- Verwenden Sie den richtigen Testadapter mit einem Stecker, der für die Buchse in der Telekommunikationsanschlussdose (TO, telecommunication outlet) oder für das Patchpanel geeignet ist?
- Wurden die Testreferenzwerte in den letzten 30 Tagen eingestellt? – Es empfiehlt sich, die Referenzwerte regelmäßig und zu einem Zeitpunkt einzustellen, der sich leicht merken lässt (wie beispielsweise jeden Montagmorgen).
- Ist die Software Ihres Testgeräts auf dem neuesten Stand?
- Ist der NVP-Wert (Nominal Velocity of Propagation, nominelle Ausbreitungsgeschwindigkeit) für das zu testende Kabel richtig eingestellt? – Der NVP spielt eine Rolle, wenn der Tester die Länge oder Entfernung zu einem Fehler misst.
- Wird die erforderliche Betriebstemperatur für das Testgerät eingehalten, und ist es richtig kalibriert? – Vergessen Sie nicht, dass Ihr CableAnalyzer von Fluke Networks ein Präzisionsinstrument ist, das auch kleinste Störungen in Kabeln misst. Diese Instrumente werden vor der Auslieferung im Werk kalibriert, wobei die Kalibrierung alle 12 Monate in einem autorisierten Servicecenter überprüft werden sollte. Wenn der Tester längere Zeit an einem kälteren oder wärmeren Ort aufbewahrt wurde als dem Ort, an dem Sie gerade arbeiten (über Nacht in einem Fahrzeug), sollten Sie warten, bis das Gerät eine konstante Betriebstemperatur erreicht hat, bevor Sie einen Referenzwert einstellen oder Messungen vornehmen. Abhängig vom Temperaturunterschied kann dies 10 bis 15 Minuten dauern.

Link-Modelle

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müssen unbedingt der richtige Autotest und das richtige Link-Modell ausgewählt werden. Die Permanent Link-Leistungsfähigkeit wird so definiert, dass die Übertragungschanalleistung nach der Installation geeigneter Patchkabel in einem einwandfreien Link automatisch erreicht wird. Unter geeigneten Patchkabeln sind Patchkabel zu verstehen, die die gleiche oder eine höhere Leistungsklasse bzw. -kategorie haben wie der Link.

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, neu installierte Kabel nach dem Permanent Link-Modell und -Teststandard zu zertifizieren. Patchkabel und Gerätekabel werden während der Lebensdauer eines Permanent Link u. U. häufig ausgetauscht.

Beim Permanent Link-Testmodell müssen die Schnittstellen-Testkabel für den Anschluss des Testgeräts an den zu prüfenden Link für die Messungen ohne jegliche Beeinflussung sein. Praktisch bedeutet dies, dass die vor Ort verwendeten Zertifizierungstestgeräte technisch ausgereifter sein müssen, weil sie die Auswirkungen des Testkabels bei jeder Testparametermessung abziehen müssen.

Beim Permanent Link-Modell wird jedoch auch die Leistungsfähigkeit der Endanschlüsse berücksichtigt, d. h. des Anschlusses der 8-poligen Modularstecker (RJ45) am Ende der Testadapter und der Buchsen des Links. Bei kritischen Parametern wie Near End Crosstalk (NEXT, Nahnebensprechen) und Return Loss (RL, Rückflussdämpfung) können verschiedene Buchsen-Stecker-Kombinationen zu stark voneinander abweichenden Testergebnissen führen. Um die Leistungsfähigkeit der Endbuchsen des Links (im TO und Patchkabel) und der Aderpaarterminierungen (Kontaktierung) in diesen Buchsen einwandfrei analysieren zu können, muss es sich bei dem Stecker am Ende des Permanent Link-Testadapters um einen Testreferenzstecker handeln. Bei einem Testreferenzstecker liegt die frequenzempfindliche Testparameterleistung im Mittelbereich der komponentenspezifischen technischen Daten innerhalb eines sehr geringen Toleranzbereichs. Daher weichen diese Stecker kaum voneinander ab und bieten optimale und wiederholbare Testergebnisse.

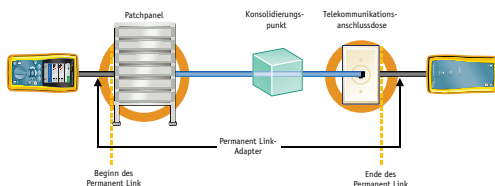


Abbildung 1

Channel- bzw. Übertragungschanalmessungen werden meist vorgenommen, um ausgefallene Verbindungen wiederherzustellen oder um zu überprüfen, welche Applikationen von einer Verkabelung unterstützt werden. Channelmessungen werden in der Regel nicht beim Abschluss einer Neuinstallation durchgeführt, weil die Patchkabel, die zu den einzelnen Links gehören, zu diesem Zeitpunkt selten zur Verfügung stehen. Bei einer korrekten Channel-Messung müssen die Auswirkungen der Stecker-Buchsen-Verbindungen in den Kanaladapters des Testgeräts aufgehoben werden.

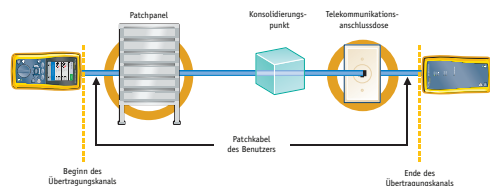


Abbildung 2

Automatische Diagnosefunktionen der DTX-Serie

Wenn ein Autotest fehlschlägt oder zu einem Ergebnis im Grenzbereich führt, werden die Daten von den Testern der Serie DTX automatisch verarbeitet, um Diagnoseinformationen für die Kabelverbindung (Link) zu erstellen. Nach Abschluss der Diagnose kann der Benutzer die Taste „FAULT INFO“ (F1) drücken, um die Ergebnisse der Diagnosedatenverarbeitung der Testergebnisse anzuzeigen.

Lassen Sie uns zuerst erklären, was ein marginaler Test ist. Die Reserve eines Testergebnisses ist der Unterschied zwischen dem gemessenen Wert und dem zulässigen Pass/Fail-Grenzwert. Die Reserve ist positiv, wenn der Test bestanden wird („Pass“), negativ, wenn die Messung fehlschlägt („Fail“), und Null, wenn der gemessene Wert mit dem Grenzwert identisch ist. Je größer die Reserve ist, desto weiter ist das Ergebnis vom Grenzwert entfernt. Daher deutet eine größere positive Reserve auf ein sehr gutes Testergebnis hin. Eine sehr niedrige Reserve bedeutet, dass das Testergebnis nahe beim Grenzwert liegt. Ein Testergebnis wird als marginal bezeichnet, wenn die Reserve kleiner als die Genauigkeitsvorgabe für den Testparameter ist. So beträgt die Genauigkeit der NEXT-Messungen beispielsweise 1 dB bei 250 MHz; die schlechteste Reserve eines Links bei 250 MHz ist 0,4 dB. Dieses NEXT-Testergebnis bei 250 MHz wird als sehr nahe zum Grenzwert angesehen. Daher nennt man dieses Testergebnis auch marginal. In diesem Fall erstellt der Tester automatisch Diagnoseinformationen, um festzustellen, was zu diesem marginalen Ergebnis geführt hat. Anhand dieser Informationen lässt sich das Problem suchen und beheben und ein Link mit guter Leistungsfähigkeit herstellen.

Wenn die Kabelverbindung den Wiremap-Test nicht besteht, wird beim Test geprüft, ob bei allen acht Adern die richtigen Pins an die jeweiligen Kabelenden angeschlossen sind. Der Test wird vom Testgerät angehalten; die Ergebnisse werden angezeigt. In Abbildung 3 ist ein solcher fehlgeschlagener Wiremap-Test dargestellt. Die Ader in Paar 1 für den Anschluss von Pin 4 ist in einem Abstand von 48 m von dem Hauptgerät und von 17 m vom Smart Remote-Gerät unterbrochen. Bei diesen Abbildungen wird immer davon ausgegangen, dass sich das DTX-Hauptgerät auf der linken Seite befindet. Die Software hält an und fragt den Benutzer, ob der Test fortgesetzt werden soll. Häufig macht es mehr Sinn, den Wiremap-Fehler zuerst zu beheben, bevor der Test fortgesetzt wird. Durch die unterbrochene Ader werden die Ergebnisse für einige Testparameter undefiniert. So ist die Einfügedämpfung des unterbrochenen Aderpaares beispielsweise unbegrenzt. Daher ist jeder Parameter, der auf einer Berechnung des Werts für die Einfügedämpfung basiert, ungültig oder nicht definiert.

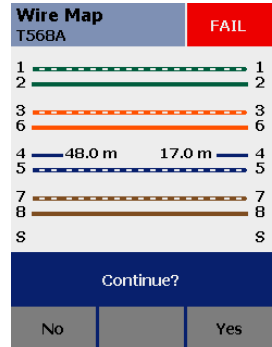


Abbildung 3: Der Anschluss an Pin 4 ist in einem Abstand von 48 m zum Hauptgerät und 17 m zum Smart Remote-Gerät offen bzw. unterbrochen.

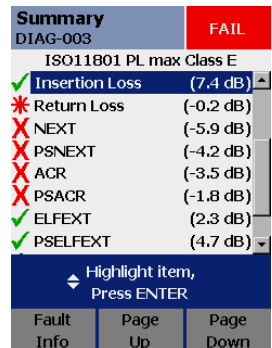


Abbildung 4: Nach einem Autotest wird auf dem Display des Testgeräts die Liste der für den ausgewählten Teststandard ausgeführten Testparameter angezeigt. Die mit einem roten X markierten Testparameter sind fehlgeschlagen. Auf dem Testgerät wird auch die schlechteste Reserve für jeden Parameter in Klammern am rechten Bildschirmrand angezeigt.

Der einzigartige Nutzen der Diagnosefunktionen der DTX-Serie besteht darin, dass diese Testgeräte Leistungsprobleme wie Rückflussdämpfung oder NEXT lokalisieren können.

In Abbildung 4 ist der Bildschirm mit den Testergebnissen für einen Link der Klasse E dargestellt, der den Test nicht bestanden hat. Die Rückflussdämpfung zeigt einen marginalen Fehler, während die Fehler bei Near End Crosstalk (NEXT), Power Sum NEXT (PSNEXT), Attenuation to Crosstalk Ratio (ACR, Verhältnis Dämpfung zu Nebensprechen) und Power Sum ACR (PSACR) erheblich sind. Die Zahlenangaben in Klammern auf der rechten Seite des Bildschirms zeigen die schlechteste („Worst Case“) Reserve für den jeweiligen Testparameter.

Durch Betätigen der Taste FAULT INFO gibt das Testgerät vier Diagnosemöglichkeiten zur Auswahl. In Abbildungen 5a bis 5d sind diese unterschiedlichen Szenarien für den Fehler dargestellt. Der Benutzer sollte diese Möglichkeiten analysieren, das Kabel prüfen, das beschrieben wird und bei dem nachweislich ein Problem vorliegt, und die entsprechenden Korrekturmaßnahmen durchführen.

In Abbildung 5a zeigt das Testgerät an, dass der Link mehr als vier Steckverbindungen hat. Darin könnte nach Analyse der Testergebnisse eine erste Fehlerursache begründet sein. Der fragliche Link verfügt über vier Steckverbindungen, wie auf dem Display des Testgeräts zu erkennen ist. Diese Diagnose trifft also nicht zu.

In Abbildung 5b zeigt die Diagnose, dass ein kürzeres Kabelsegment in einem Abstand von 18 m vom Remote-Gerät einen Return Loss-Fehler aufweist, der das marginale Ergebnis für Aderpaar 4,5 verursacht. Vom Testgerät wird die empfohlene Inspektion angezeigt: „Verify wire twist is maintained at the jack and verify that the jack is the correct category rating.“ (Prüfen, ob Verdrehung an der Buchse gewährleistet ist und Buchse der korrekten Kategorie angehört.) Mit anderen Worten: Entweder ist die Kontaktierung an der Buchse oder die Buchse selbst die Ursache für das marginale Testergebnis für RL beim Paar 4,5.

In Abbildung 5c ist die nächste mögliche Fehlerursache dargestellt, die bei der Diagnose vom Testgerät erkannt wurde. In einem Abstand von ca. 17 m vom Remote-Testgerät ist das Nebensprechen zwischen zwei Aderpaarkombinationen zu stark.

Eine letzte Fehlermöglichkeit ist in Abbildung 5d dargestellt. Das Testgerät erkennt einen Anschluss in einem Abstand von 9 m vom Remote-Testgerät und ein 8 m langes Kabel zum nächsten Anschluss im Link und vermutet, dass sich das Kabel im Segment zwischen diesen Anschlüssen befindet. Die Warnmeldung „Verify installed cable is the correct type. Cable appears to be category 5.“ (Prüfen, ob das installierte Kabel vom richtigen Typ ist. Das Kabel ist anscheinend von der Kategorie 5.) besagt, dass die Fehlerursache darin liegen könnte, dass das 8 m lange Kabel in einem Link ist, bei dem alle Komponenten der Kategorie 6 (Cat 6) entsprechen sollten, um eine Leistung der Klasse E zu erreichen. Beachten Sie, dass wir durch diesen Bildschirm darauf aufmerksam gemacht werden, dass der zweite Anschluss am Ende des Patchkabels 17 m vom Remote-Testgerät entfernt ist. Also welche der automatisch erstellten Diagnosen ist nun richtig?

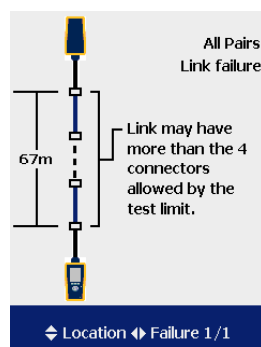


Abbildung 5a: Bei allen automatisch erstellten Diagnosen wird das Hauptgerät unten und das Smart Remote-Gerät oben im Bild grafisch dargestellt. Die Diagnosen zeigen einen 67 m langen Link mit vier Verbindungen und einer gewissen Unsicherheit in der Mitte (gestrichelte Linie). Die Diagnose lässt vermuten, dass der Permanent Link zu viele Verbindungen hat.

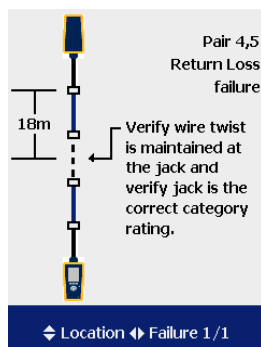


Abbildung 5b: Drücken Sie die Pfeiltaste nach oben oder nach unten, um von einer verdächtigen Fehlerstelle im Link zur nächsten zu gelangen. Bewegen Sie die Pfeiltasten nach rechts oder nach links, um mehrere Diagnosen an einer Stelle zu lesen. Diese Stelle in einem Abstand von 18 m zum Smart Remote-Gerät zeigt nur einen Fehler, der vermutlich die Ursache für das marginale Return Loss-Ergebnis für Aderpaar 4,5 ist. Auf dem Testgerät werden auch die empfohlenen Inspektionen und Korrekturmaßnahmen angezeigt.

In Abbildung 6 ist die Konfiguration des Links dargestellt, den wir für diesen Test hergestellt haben.

In Abbildung 7 ist der tatsächliche Fehler dargestellt. Die Aderpaare am Ende des 2 m langen Patchkabels sind nicht ausreichend verdreht und verursachen dadurch die NEXT-Fehler an diesem Anschluss sowie das marginale Return Loss-Problem beim Paar 4,5 an der gleichen Stelle. Durch die oben beschriebene Diagnose werden die Fehler in einem Abstand von 18 m vom Smart Remote-Gerät für Return Loss und von 17 m für NEXT erkannt. Dies ist wirklich eine genaue Analyse. Wenn der für den Test zuständige Techniker diese Stelle entlang der Verkabelungsstrecke sucht, ist der Fehler klar zu erkennen. Die sinnvollste und normalerweise auch beste Abhilfemethode besteht darin, ein fehlerhaftes Patchkabel durch die Installation eines einwandfreien Kabels der Kategorie 6 zu ersetzen. Bei dieser Gelegenheit sollten Sie den Link erneut prüfen, um sicherzustellen, dass alle Fehler behoben worden sind und dass der Link einwandfrei ist. Diese Reparatur sollte nur einige Minuten in Anspruch nehmen.

Beachten Sie, dass dieser Test-Link ungewöhnlich konfiguriert ist. Die empfohlene Permanent Link-Konfiguration endet in einem Patchpanel an einem Ende, wobei sich die Anschlussdose (TO) am anderen Ende befindet, optional mit einem Konsolidierungspunkt (CP, consolidation point) (Verbindung) in einem Abstand von nicht weniger als 15 m von beiden Enden (in der Regel in einem kürzeren Abstand zum TO), wie in Abbildung 1 dargestellt. In dieser Hinsicht ist die in Abbildung 5a dargestellte Diagnose auch richtig. Dieser Permanent Link enthält eine Verbindung mehr als üblich oder als empfohlen. Wir wissen jedoch, dass dieser Link einschließlich des anomalen Anschlusses nach dem Austausch des defekten Patchkabels die Anforderungen des Permanent Link-Tests der Klasse E erfüllt.

Wenn der Fehler in diesem Link am Konsolidierungspunkt aufgetreten wäre, dann hätte der Techniker diesen Anschluss neu terminieren müssen, nachdem er sich davon überzeugt hat, dass die Anschlüsse selbst die Spezifikationen von Cat 6-kompatiblen Komponenten erfüllen.

Gegenüber der „Versuch und Irrtum“-Methode, bei der in der Regel eine Neukontaktierung vorgenommen wird und/oder bei der die Anschlusshardware an verschiedenen Stellen ausgetauscht wird, damit ein fehlerhafter Link einwandfrei funktioniert, trägt die automatische Link-Diagnose zur Zeit- und Kosteneinsparung bei. Im Abschnitt über die erweiterten Verfahren für die Fehlersuche erfahren Sie, wie Sie die durch die Analysealgorithmen des Testgeräts erstellten Diagnosedaten abrufen und interpretieren können.

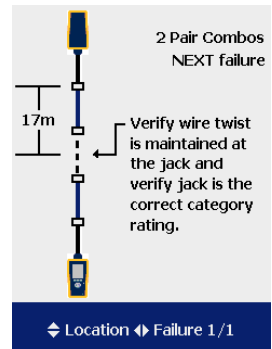


Abbildung 5c: Auf diesem Bildschirm befindet sich die Fehlerursache in zwei der Aderpaarkombinationen in einem Abstand von 17 m zum Smart Remote-Gerät. Der Text auf dem Bildschirm informiert über die vorgeschlagenen Inspektionen und Korrekturmaßnahmen.

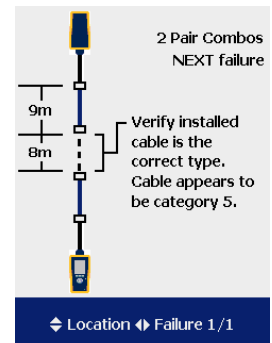


Abbildung 5d: Bei der letzten Diagnose wird die Fehlerursache am Kabel zwischen den beiden mittleren Verbindungen vermutet. Durch diesen Text erfahren Sie, dass die fehlerhafte Verbindung in Wahrheit auf die unzureichende Verdrehung der Adern am Ende des Patchkabels zurückzuführen ist.

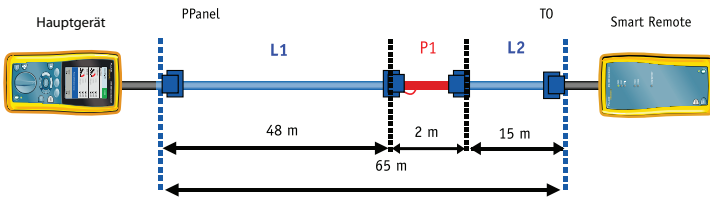


Abbildung 6: Diagramm des zu testenden Permanent Link. Die Aderpaare des Patchkabels 1 sind an der linken Terminierung nicht verdreht, wie in der schematischen Darstellung zu erkennen ist.

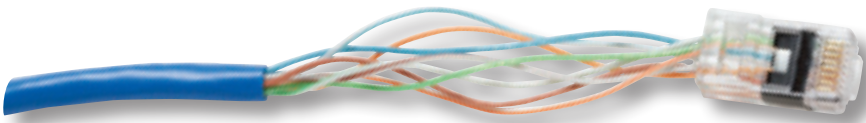


Abbildung 7: Dieses Foto zeigt eine Großaufnahme der Aderpaarterminierung an einem Ende des 2 m langen Patchkabels. Dies ist der Fehler im getesteten Link.

Ursachen für Verkabelungsfehler

Nachfolgend finden Sie für alle erforderlichen TIA- und ISO-Messungen an strukturierten Verkabelungen Tipps, wie Sie die Fehlerursache bei Auftreten eines Fehlers schnell ermitteln können. In manchen Fällen werden auch Gründe genannt, warum eine Messung möglicherweise nicht zu einem Fail-Ergebnis führt, obwohl dies zu erwarten wäre.

Verdrahtungstest

Testergebnis	Mögliche Ursache für dieses Ergebnis
Offen	<ul style="list-style-type: none"> • Drähte sind belastungsbedingt an den Verbindungsstellen gebrochen • Kabelführung zur falschen Verbindung • Draht ist nicht richtig kontaktiert; kein Kontakt in der IDC-Klemme • Anschluss ist beschädigt • Schnitt- oder Bruchstellen im Kabel • Drähte sind am Anschluss oder an der Steckleiste an den falschen Pins angeschlossen • Applikationsspezifisches Kabel (z. B. Ethernet nur mit 12/36 belegt)
Kurzschluss	<ul style="list-style-type: none"> • Anschluss ist falsch terminiert • Anschluss ist beschädigt • Leitendes Material zwischen den Stiften an einem Anschluss • Kabel ist beschädigt • Applikationsspezifisches Kabel (z. B. Fabrikautomation)
Vertauschtes Paar ausrichten	<ul style="list-style-type: none"> • Drähte sind am Anschluss oder an der Steckleiste an den falschen Pins angeschlossen
Gekreuztes Paar	<ul style="list-style-type: none"> • Drähte sind am Anschluss oder an der Steckleiste an den falschen Pins angeschlossen • Mischung aus Anschlussbelegungen 568A und 568B (12 und 36 gekreuzt) • Crossover-Kabel (12 und 36 gekreuzt)
Split Pair	<ul style="list-style-type: none"> • Drähte sind am Anschluss oder an der Steckleiste an den falschen Pins angeschlossen

Testergebnis	Mögliche Ursache für dieses Ergebnis
Länge überschreitet zulässigen Grenzwert	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel ist zu lang – <i>suchen Sie nach aufgewickelten Reserveschleifen, und entfernen Sie diese</i> • NVP-Wert ist nicht richtig eingestellt
Ermittelte Länge ist kürzer als bekannte Länge	<ul style="list-style-type: none"> • Unterbrechung im Kabelverlauf
Ein oder mehr Paare sind deutlich kürzer	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel ist beschädigt • Anschluss ist fehlerhaft

Hinweis: Standardmäßig wird die Kabellänge durch die Länge des kürzesten Paares definiert. Da der NVP-Wert vom Paar abhängig ist, kann für jedes Paar eine unterschiedliche Länge angegeben werden. Diese beiden Faktoren können dazu führen, dass bei einem Kabel drei von vier Paaren zu lang sind und dennoch ein Pass-Ergebnis für die Verbindung ermittelt wird (z. B. ein Übertragungskanal mit 101, 99, 103 und 102 m für die vier Paare). In diesem Fall ist es richtig, das Ergebnis als „Pass“ zu interpretieren.

Laufzeit/Laufzeitunterschied

Testergebnis	Mögliche Ursache für dieses Ergebnis
Grenzwerte überschritten	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel ist zu lang – <i>Laufzeit</i> • Paare eines Kabels haben unterschiedliche Isoliermaterialien – <i>Laufzeitunterschied</i>

Testergebnis	Mögliche Ursache für dieses Ergebnis
Grenzwerte überschritten	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel ist zu lang • Patchkabel sind nicht verdreht oder minderwertig • Verbindungen mit hoher Impedanz – <i>Fehlersuche mit Bereichsanalyse (TDR)</i> • Ungeeignete Kabelkategorie – z. B. <i>Cat 3 in einer Cat 5e-Applikation</i> • Falschen Autotest für das zu testende Kabel ausgewählt

Testergebnis	Mögliche Ursache für dieses Ergebnis
Fail, *Fail oder *Pass	<ul style="list-style-type: none"> • Unzureichende Verdrehung an Anschlussstellen • Stecker und Buchse passen nicht zueinander (Cat 6/Class E-Applikationen) • Falscher Link-Adapter (Cat 5-Adapter für Cat 6-Links) • Minderwertige Patchkabel • Minderwertige Anschlüsse • Minderwertiges Kabel • Split Pairs • Unsachgemäßer Gebrauch von Kupplungen • Zu starker Druck verursacht durch Kabelbinder • Zu starkes Störgeräusch im Messumfeld
Unerwartetes „Pass“	<ul style="list-style-type: none"> • Knoten oder Knick führen nicht unbedingt zu NEXT-Fehlern, insbesondere bei hochwertigen Kabeln und großem Abstand von den Enden des Links • Falschen Autotest ausgewählt (z. B. Testen eines unzureichenden Cat 6-Links nach Cat 5-Grenzwerten) • „Fail“ bei niedriger Frequenz in der NEXT-Kurve, doch insgesamt „Pass“. Bei Anwendung der ISO/IEC-Standards sieht die so genannte 4-dB-Regel vor, dass für NEXT bei einer Einfügedämpfung von <4 dB kein „Fail“ ermittelt werden kann.

Return Loss

Testergebnis	Mögliche Ursache für dieses Ergebnis
Fail, *Fail oder *Pass	<ul style="list-style-type: none"> • Impedanz des Patchkabels beträgt nicht 100 Ohm • Änderung der Impedanz durch falsche Handhabung der Patchkabel • Installationsverfahren (Aufdrillen oder Knicken des Kabels – <i>die ursprüngliche Verdrehung sollte bei den einzelnen Aderpaaren nach Möglichkeit beibehalten werden</i>) • Zu viel Reserve in Anschlussdose • Minderwertiger Anschluss • Kabelimpedanz nicht einheitlich • Kabel hat keine 100 Ohm • Impedanz an Verbindungsstelle zwischen Patchkabel und horizontalem Kabel stimmt nicht überein • Stecker und Buchsen passen nicht zueinander • Verwendung von 120-Ohm-Kabeln • Serviceschleifen im Netzwerk-Schrank • Ungeeigneten Autotest ausgewählt • Link-Adapter ist defekt
Unerwartetes „Pass“	<ul style="list-style-type: none"> • Knoten oder Knicke führen nicht unbedingt zu RL-Problemen, insbesondere bei guten Kabeln und großem Abstand von den Enden des Links • Falschen Autotest ausgewählt (RL-Grenzwerte können leichter erreicht werden) • „Fail“ bei niedriger Frequenz in der RL-Kurve, doch insgesamt „Pass“ Dies liegt an der 3-dB-Regel, wonach für RL bei einer Einfügedämpfung von <3 dB kein „Fail“ ermittelt werden kann

Testergebnis	Wahrscheinliche Ursache für dieses Ergebnis
Fail, *Fail oder *Pass	<ul style="list-style-type: none"> • Faustregel: Immer zuerst NEXT-Probleme untersuchen. Dadurch werden mögliche ACR-F-Probleme (ELFEXT) normalerweise behoben • Reserveschleifen mit vielen engen Windungen

Testergebnis	Wahrscheinliche Ursache für dieses Ergebnis
Fail, *Fail oder *Pass	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel ist zu lang • Schlechter Anschluss aufgrund oxidierten Kontakte • Schlechter Anschluss aufgrund schlecht verbundener Kontakte (Leiter) • Messkabel mit geringerem Durchmesser • Patchkabel des falschen Typs

Erweiterte Diagnose für die Fehlersuche

Die oben erläuterten automatischen Diagnosefunktionen der DTX-Serie stellen nur die Kurzfassung einer komplexeren Analyse der Testergebnisse dar. In diesem Abschnitt werden die von den Testgeräten der Serie DTX erstellten Diagnoseinformationen näher erläutert. Dieser Abschnitt soll ein besseres Verständnis für die diagnostische Analyse von Fehlern und Ausfällen in Verbindungen vermitteln. Vielfach bieten die automatischen Diagnosefunktionen eine klare Beschreibung, an welcher Stelle Kabel falsch oder unzureichend angeschlossen sind. Durch die Kenntnis der erweiterten Diagnosefunktionen lassen sich Fälle erkennen, in denen die automatische Diagnose nicht ausreicht.

Die Fähigkeit des Testgeräts, die Entfernung zu einer Position in dem zu testenden Link zu melden, an der das Nebensprechen oder die Rückflussdämpfung zu stark sind, basiert auf der Umwandlung der Testergebnisdaten, die im Frequenzbereich im Verhältnis zum Zeitbereich erfasst wurden. Die Testgeräte der Serie DTX nehmen diese Umwandlung mit Hilfe der einzigartigen und patentierten digitalen Signalverarbeitungstechnologie (DSP, digital signal processing) vor. Die Daten im Zeitbereich werden wiederum in ein Profil der Störungen umgewandelt, die über die Länge des Links gemessen wurden¹.

Die beiden Parameter, die Aufschluss über den Zeitbereich geben, sind HDTDX (High Definition Time Domain Crosstalk) und HDTR (High Definition Time Domain Reflectometry). Wie der Name bereits vermuten lässt, zeigt der Parameter HDTDX das Crosstalk-Profil bzw. Nebensprechen, das sich entlang des zu testenden Links beobachten lässt, während der Parameter HDTR die entlang des Links reflektierten Signale angibt. Die durch Impedanzänderungen verursachten Signalreflexionen tragen zum Messwert für die Rückflussdämpfung bei. Wenn diese Reflexionen zu stark werden und wenn die reflektierte Energiemenge den zulässigen Höchstwert überschreitet, dann schlägt die Return Loss-Prüfung fehl („Fail“).

Prüfung von HDTDX

Wenn ein Autotest mit dem Ergebnis „Fail“ fehlschlägt und die Zeitbereichsdaten von den Diagnosefunktionen des Testgeräts erstellt werden, dann werden die detaillierten Diagnosedaten in den Testparametern HDTDX und HDTR erfasst. Zur Erstellung einer grafischen Darstellung der Testergebnisse mit Empfehlungen zu den oben bereits erläuterten Korrekturmaßnahmen werden diese Zeitbereichsinformationen von der Software des Testers weiter analysiert. Der Benutzer kann sich die HDTR- und HDTDX-Informationen anzeigen lassen. In Abbildung 8 sind die beiden Diagnoseparameter auf dem Display des Testgeräts dargestellt. Markieren Sie HDTDX, und drücken Sie ENTER, um den in Abbildung 9

Summary		FAIL
DIAG-003		
ISO11801 PL max Class E		
X	NEXT	(-5.9 dB)
X	PSNEXT	(-4.2 dB)
X	ACR	(-3.5 dB)
X	PSACR	(-1.8 dB)
✓	ELFEXT	(2.3 dB)
✓	PSELFEXT	(4.7 dB)
i	HDTDR Analyzer	
i	HDTDX Analyzer	
Highlight item, Press ENTER		
Fault Info	Page Up	Page Down

Abbildung 8: Zugriff auf HDTDX- und HDTDR-Daten durch Auswahl der Parameter. Sie werden am Ende der Liste der Testparameter angezeigt. Dabei handelt es sich nicht um Testparameter, die in den Standards festgelegt sind. Das Symbol „i“ vor dem Namen bedeutet „nur zur Information“.

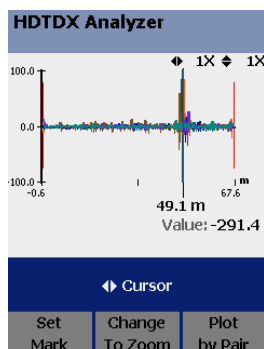


Abbildung 9: Der HDTDX-Verlauf stellt die Stärke des Nebensprechens an den einzelnen Positionen entlang des Links dar. Die horizontale Achse zeigt Meter oder Fuß (nicht MHz!) an. Das Hauptgerät befindet sich stets auf der linken Seite des Bildschirms; die Abstände werden vom Hauptgerät gemessen. Die Spitze bei 49,1 m vom Hauptgerät zeigt die Stelle mit einem außergewöhnlich starken Nebensprechen.

¹ Für die Umwandlung von Zeit in Abstand muss man die Geschwindigkeit kennen, mit der sich die elektrischen Signale über die Twisted Pair-Kupferverkabelungsstrecke bewegen. Die Kabeleigenschaft namens NVP (Nominal Velocity of Propagation, nominelle Ausbreitungsgeschwindigkeit) drückt diese Geschwindigkeit bezogen auf eine Konstante aus, nämlich die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum. Nach Möglichkeit sollte das Testgerät den richtigen NVP-Wert für jeden Kabeltyp kennen. Wenn das Testgerät mit dem richtigen NVP-Wert arbeitet, kann es den Abstand zu einem Verkabelungsfehler präziser messen.

dargestellten Bildschirm anzuzeigen. Diese Abbildung zeigt die Amplitude der NEXT-Kopplung entlang des Links für alle sechs Aderpaarkombinationen. Beachten Sie, dass die horizontale Achse von 0,6 m bis 67,6 m verläuft bzw. die Länge der zu testenden Verkabelungsstrecke zeigt. Die Verkabelungsstrecke beginnt bei 0 m und endet bei 67 m. Am Ende (0,6 m) des Verlaufs werden die Permanent Link-Adapter angezeigt, die nicht zum getesteten Permanent Link gehören. Dabei handelt es sich um den oben bereits genannten Link, der in Abbildung 6 dargestellt ist.

Die Kurven zeigen die Amplitude der NEXT-Kopplung an jedem Punkt entlang des Links. Wenn Sie die Kurven von links nach rechts prüfen, erkennen Sie sofort, dass die NEXT-Kopplung bis 49,1 m relativ gering ist. Eine enorme Spitze in den NEXT-Kurven deutet darauf hin, dass die Kopplung an diesem Punkt zu stark ist und vermutlich die Ursache dafür ist, dass der NEXT-Test fehlschlägt. Der Cursor wird automatisch an dieser Spitze positioniert, wobei das Testgerät den Abstand meldet, an dem sich der Cursor befindet.

Auf dem Display des Testgeräts wird auch die Amplitude der NEXT-Kopplung angezeigt, die an dem Punkt gemessen wurde, an dem sich der Cursor befindet. Mit -291,4 liegt der Wert „außerhalb des Diagramms“ und gibt damit an, dass das Nebensprechen an dieser Position sehr stark ist.

Verwenden Sie die „Zoom-Funktion“ zum Analysieren der Daten.

Auf dem Testgerät wird zunächst die gesamte Länge des Links angezeigt, wobei die vertikale Skala die Reflexionsamplitude von +100,0 % bis -100,0 % zeigt. Der Benutzer kann die Skaleneinstellung der beiden Achsen ändern, um einen problematischen Bereich zu „vergrößern“. Drücken Sie die Taste F2 mit der Bezeichnung „Zu Zoom wechseln“, um die Zoomfunktionen zu aktivieren. Abbildung 10 zeigt die gleichen Daten wie Abbildung 9, wobei die vertikale Skala zweifach vergrößert ist. Jetzt reicht die vertikale Skala von +50 % bis -50 %. Wie in Abbildung 10 dargestellt, wird die Kurve des NEXT-Profiles um den Faktor 2 vergrößert. Dadurch lässt sich das NEXT-Profil leichter und genauer untersuchen. Der Symbol-Cursor oder Zoom erscheint in dem blauen Band unter dem Display bzw. über den Softkey-Bezeichnungen und zeigt dadurch den Betriebsmodus der Cursor-Tasten an. Sie dienen entweder zur Vergrößerung des Zooms entlang der vertikalen oder horizontalen Skala oder zum Bewegen der Cursor-Position nach links oder rechts entlang des Links.

Der in Abbildung 10 dargestellte Bildschirm ist noch sehr unübersichtlich, weil er das NEXT-Profil für alle Aderpaarkombinationen darstellt. Zur weiteren Analyse können Sie sich die Daten für jede Paarkombination anzeigen lassen. Drücken Sie F3 mit der Bezeichnung „Grafik nach Paar“ um jede einzelne Paarkombination anzuzeigen. Abbildung 11 zeigt das NEXT-Profil für die Paarkombination 1,2 – 4,5, wobei die horizontale Achse um die Hauptreflexion bei 48,7 m gleichzeitig vergrößert dargestellt ist. Beachten Sie, dass es sich bei dieser Position um die gleiche Stelle handelt, die in den Abbildungen 9 und 10 bei 49,1 m dargestellt ist. Die Umwandlung von Zeit in Abstand variiert bei den einzelnen

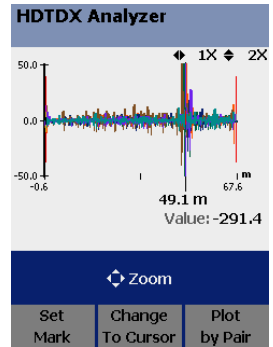


Abbildung 10: Um das Profil für das Nebensprechen besser beurteilen zu können, wurde die vertikale Achse 2-fach vergrößert. Jetzt reicht die Skala von +50 bis -50.

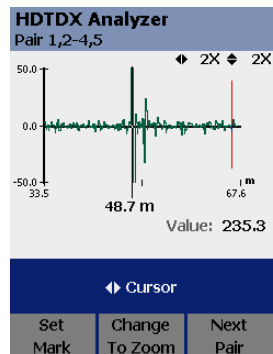


Abbildung 11: Um den HDTDX-Verlauf weiter zu prüfen und zu ermitteln, was zwischen den einzelnen Aderpaaren vor sich geht, wird der Verlauf jeweils pro Aderpaarkombination betrachtet. Auf diesem Bildschirm ist das Nebensprechen entlang des Links für die Aderpaarkombinationen 1,2 und 4,5 dargestellt. Zwei Spitzen sind deutlich zu erkennen; die Höchste bei 48,7 m. Von dieser Position wird auch der Reflexionswert von 253,3 angezeigt, ein Wert, der deutlich außerhalb des Anzeigebereichs liegt.

Paaren geringfügig, weil sich die elektrischen Signale an den einzelnen Aderpaaren mit leicht unterschiedlicher Geschwindigkeit bewegen. Jedes Aderpaar im Kabel ist mit einer anderen Twistrategie verdrillt, um die NEXT-Leistungsfähigkeit des Kabels zu erhöhen. Durch diese unterschiedliche Twistrategie wird jedoch sowohl die Länge des Kupferleiters als auch die Geschwindigkeit des Signals verändert. Das Testgerät gibt die so genannte elektrische Länge bzw. den elektrischen Abstand an, der von der physikalischen Länge leicht abweicht, die man mit einem Bandmaß entlang des Links messen würde.

Außerdem lässt sich genauer analysieren, was entlang des Kabels an der großen NEXT-Spitze bei 48,7 m passiert. Positionieren Sie den Cursor bei 48,7 m, drücken Sie im Cursor-Betriebsmodus die Taste F1 „Markierung setzen“, bewegen Sie den Cursor nach rechts, und richten Sie diesen auf die zweite große Spitze aus. Das in Abbildung 12 dargestellte Ergebnis zeigt, dass sich die zweite Spitze bei

50,8 m befindet und dass der Abstand zwischen der Markierung und dem Cursor 2,1 m beträgt.

Die zwei erkannten größeren Spitzen zeigen die Position der Anschlüsse an den beiden Enden des 2 m langen Patchkabels im Link (siehe Abbildung 6). In dem in Abbildung 11 dargestellten Diagramm sind keine weiteren nennenswerten Spitzen zu erkennen. Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass das 2 m lange Patchkabel die Problemursache ist. Diese Schlussfolgerung stimmt natürlich mit der Schlussfolgerung überein, die wir anhand der automatischen Diagnose des Testgeräts bereits gezogen hatten. In manchen Fällen lässt sich anhand dieser genaueren HDTDX-Analyse besser ermitteln, ob ein defektes Kabel, ein Verbindungsfehler oder eine schlechte Kontaktierung die Problemursache ist. Wenn in einem Kabelbereich fernab von Anschlüssen hohe NEXT-Werte angezeigt werden, so lässt dies darauf schließen, dass die Probleme im Kabel begründet sind und dass die Abhilfemaßnahmen dann auch weitaus aufwändiger sind, weil das Kabel selbst u. U. ausgetauscht werden muss.

Prüfung von HDTDR

Wenn die Return Loss-Prüfung für den Link fehlschlägt, dann bietet der HDTDR-Parameter das Detailprofil der Signalreflexionen über die gesamte Länge des Links. An jeder Position entlang der Verkabelungsstrecke zeigt das HDTDR-Diagramm die Amplitude der Reflexionen. Die gesamte Reflexionsenergie führt zur Messung der Rückflussdämpfung.

In Abbildung 13 ist das HDTDR-Diagramm (im Maßstab 1:1) für den Kanal dargestellt, der in dieser Anleitung analysiert wird. Mit Ausnahme der ersten Cursor-Position bei 47,7 m, an der eine Reflexion von -17,3 % gemessen wird, zeigt der HDTDR-Verlauf ohne Vergrößerung kaum Reflexionen. Im Allgemeinen sind die HDTDR-Werte zwar kleiner, die Verbindungstestergebnisse reagieren jedoch weitaus empfindlicher auf kleine Reflexionswerte. Um eine genauere Analyse darzustellen, wurde die vertikale Achse des Kurvenverlaufs in Abbildung 14 um das 8-fache vergrößert.

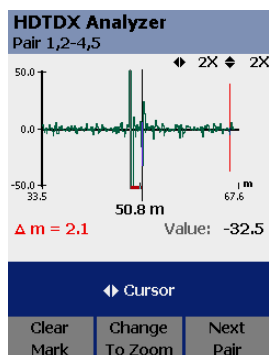


Abbildung 12: Die Verläufe lassen sich auch um die jeweils relevanten Spitzen näher untersuchen. Dieser Bildschirm zeigt, dass sich an der in Abbildung 11 ermittelten Position eine Markierung setzen und der Cursor dann nach rechts bewegen lässt. Dadurch wird die zweite Spitze bei 50,8 m positioniert. Wenn Sie diese Informationen mit der Link-Darstellung in Abbildung 6 vergleichen, können Sie sehen, dass der HDTDX-Verlauf die beiden Anschlüsse des Patchkabels erkannt hat, wobei der Anschluss mit den aufgedrillten Aderpaaren ein extrem starkes Nebensprechen verursacht.

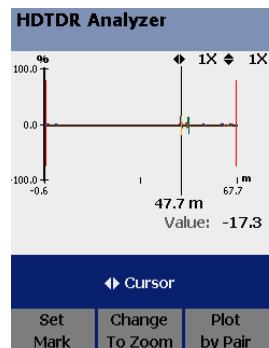


Abbildung 13: Der HDTDR-Verlauf zeigt die Signalreflexion an jedem Aderpaar. Die Positionen, an denen übermäßig viel Energie reflektiert wird, sind die Ursache für Return Loss-Fehler. Normalerweise zeigen die HDTDR-Verläufe weniger und auch geringere Reflexionen als die HDTDX-Verläufe.

Abbildung 15 zeigt den HDTDR-Verlauf für das Aderpaar 4,5. Der Cursor wurde nach links bewegt, um die starke Spitze im Verlauf an der Stelle deutlicher darzustellen, an der sich das aufgedrillte Aderpaar befindet. Diese Abbildung zeigt klar und deutlich, wie sich anhand des HDTDR-Verlaufs eine Position erkennen lässt, an der die Rückflussdämpfung besonders problematisch ist.

Bei näherer Prüfung von Abbildung 14 lässt sich auch ermitteln, dass das kürzere 15 m lange Link-Segment (L2 in Abbildung 6) rechts vom defekten Patchkabel eine erheblich stärkere Rückflussdämpfung für mehrere Aderpaare aufweist als das höherwertige Kabelsegment auf der linken Seite (L1).

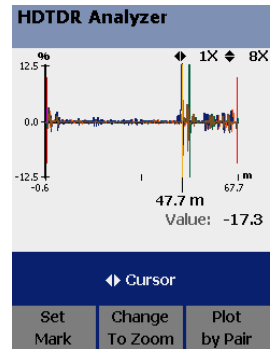


Abbildung 14: Diese Abbildung zeigt genau dieselben Daten wie in Abbildung 13, wobei die Empfindlichkeit der vertikalen Skala durch die Vergrößerung der vertikalen Achse um das 8-fache erhöht wurde. Jetzt lassen sich mehr Reflexionen erkennen, wobei die stärkste Reflexion nach wie vor in einem Abstand von 47,7 m festzustellen ist.

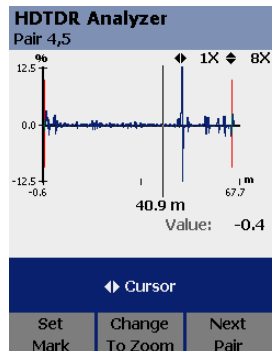


Abbildung 15: Diese Abbildung zeigt nur die Reflexion für das Paar 4,5. Um die Spitze in den Reflexionen deutlicher darzustellen, wurde der Cursor leicht nach links bewegt. Die deutlicheren Reflexionsstellen an den Enden zeigen die Position der Anschlüsse. Das Kabelsegment L2 auf der rechten Seite zeigt deutliche Reflexionen im Kabel selbst.

Fluke Networks – der perfekte Partner

Fluke Networks bietet die umfassendste Palette von Netzwerk-Testlösungen für die Inspektion, Verifizierung, Zertifizierung und Dokumentation von Hochgeschwindigkeitssystemen aus Kupfer- und Glasfaserkabeln.

Erweiterte Zertifizierung für erstklassige Netzwerktests

Der DTX Series CableAnalyzer™ hat sich als bevorzugtes Testgerät bei Kabelinstallateuren und Netzwerkbetreibern weltweit bewährt. Die Testgeräte der Serie DTX bieten ein Höchstmaß an Genauigkeit und Produktivität.

Der DTX-1200 und der DTX-1800 sind die ersten „plattformübergreifenden“ Kabeltest-Tools in einem Kompletgerät: Zertifizierung von Twisted-Pair-Kabeln, Prüfung von Koaxialkabeln, Dämpfungs- und Längenprüfung (OLTS) von Glasfaserkabeln und erweiterte Glasfaser-Zertifizierung (OTDR). Die Kabelzertifizierung schließt die Dokumentation mit der allgemein anerkannten LinkWare Cable Test Management Software ein. LinkWare unterstützt einige Prüfgeräte von Fluke Networks, darunter auch Testgeräte der älteren Generation.

Fluke Networks spielt eine führende Rolle und beteiligt sich regelmäßig an der Ausarbeitung und Entwicklung von Verkabelungsstandards in den TIA- und ISO/IEC-Ausschüssen. Alle führenden Hersteller von Kabeln und zugehöriger Hardware für die Verbindungen erkennen die Testgeräte DTX Series CableAnalyzer und die Dokumentationssoftware LinkWare von Fluke Networks an.

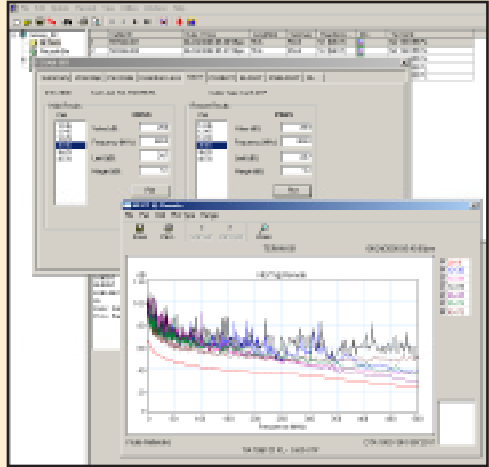


Abbildung 17: Mit LinkWare können Sie die Testergebnisse verwalten. Wenn Sie die grafischen Daten im Testgerät speichern, können Sie diese in LinkWare hochladen. Dadurch können Sie nach nur wenigen Mausklicks auch später wieder auf diese Informationen zugreifen. Die HDTDX- und HDTDR-Daten gehören zu den in LinkWare gespeicherten Daten, sofern Sie als Ergebnis von fehlgeschlagenen Verbindungstests erstellt wurden. Diese Informationen können für Techniker von großem Nutzen sein, wenn sie Hilfe bei der Analyse von Verkabelungsfehlern benötigen.

NETWORK SUPERVISION

Fluke Deutschland GmbH

Bereich Electrical
In den Engematten 14
79286 Glottertal
Tel.: 069 / 2 22 22 02 05
Fax: 069 / 2 22 22 02 06
E-Mail: info-electrical@fluke.de

Fluke Networks, Inc.

P.O. Box 777, Everett, WA USA 98206-0777
(800) 283-5853 Fax: (425) 446-5043

Westeuropa

00800 632 632 00, +44 1923 281 300
Fax: 00800 225 536 38, +44 1923 281 301
E-Mail: info-eu@flukenetworks.com

Kanada (800) 363-5853 Fax: (905) 890-6866

EEMEA +31 (0)40 267 5119

Fax: +31 (0)40 267 5180

Andere Länder: Tel.: (425) 446-4519

Fax: (425) 446-5043

E-Mail: fluke-assist@flukenetworks.com

Website: <http://www.flukenetworks.com>

©2008 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Gedruckt in den USA. 6/2008 3357208 Rev. A