

Fehlersuche und -behebung an Lichtwellenleitern

Teil 1: Messverfahren sowie Inspektion und Reinigung der Stecker

W. Stelter, Oldenburg

Am Beispiel der LWL-Verkabelung eines Autobahntunnels wird in diesem zweiteiligen Beitrag die Fehlersuche und -behebung an Lichtwellenleitern beschrieben. Schwerpunkt des ersten Teils ist die Durchführung der OTDR-Messung für die Fehlerortung. Da aber an die Informationsübertragung mit Lichtwellenleitern immer höhere Anforderungen bezüglich der Datenraten, Dämpfungen und Reichweiten gestellt werden, enthält dieser Teil darüber hinaus Hinweise zur Inspektion und zur Reinigung von LWL-Steckverbindern.

1 Erläuterungen zu dem Beispiel Autobahntunnel

Zur Erhöhung der Sicherheit verfügen Autobahntunnel z. B. über die Steuerung und Regelung der Beleuchtung und Abluft sowie über eine Videoüberwachung. Diese bedarfsgerechte Regelung erfolgt vollautomatisch durch übergeordnete Leittechnik. Speicherprogrammierbare Steuerungen in den Notrufnischen (NRN) sind für dafür mit Glasfaserkabeln verbunden. Bei der beschriebenen Anlage in einem Autobahntunnel kam es in unregelmäßigen Abständen von mehreren Wochen zu diversen Fehlermeldungen. Da diese Fehlermeldungen nach dem Austauschen einiger Komponenten weiter auftraten, erfolgte eine systematische Untersuchung der LWL-Verkabelung, die nachfolgend beschrieben wird.

2 Spannungsmessung an den Profibus-Modulen

Um die Sicherheit der Techniker zu gewährleisten, ist der rechte Fahrstreifen des Autobahntunnels für die Durchführung der Fehlersuche gesperrt worden. Im Rahmen der ersten Begehung wurde an jedem Profibus-OLM (OLM – Optical Link Module; optisches Verbindungsmodul) eine Spannungsmessung vorgenommen (Bild 1). Für die Lokalisierung von Störungen verfügen die eingesetzten Profibus-Module über einen Meldekontakt sowie über einen Messausgang für den Anschluss eines Voltmeters. Anhand der Spannungsmessung ist die Bestimmung der optischen Empfangspegel an den Messausgängen der Module möglich, sodass die fehlerhafte Glasfaserstrecke schnell identifiziert werden konnte (Bild 2). Die Profibus-Module in dem 400 m langen Autobahntunnel sind in redundanter

Ringstruktur miteinander verbunden (Bild 2). Durch die Spannungsmessung wurde ein auffallend niedriger Empfangspegel an Kanal 2 (CH2) des OLM in der Notrufnische 2 (NRN2) festgestellt. Die gemessene Spannung von

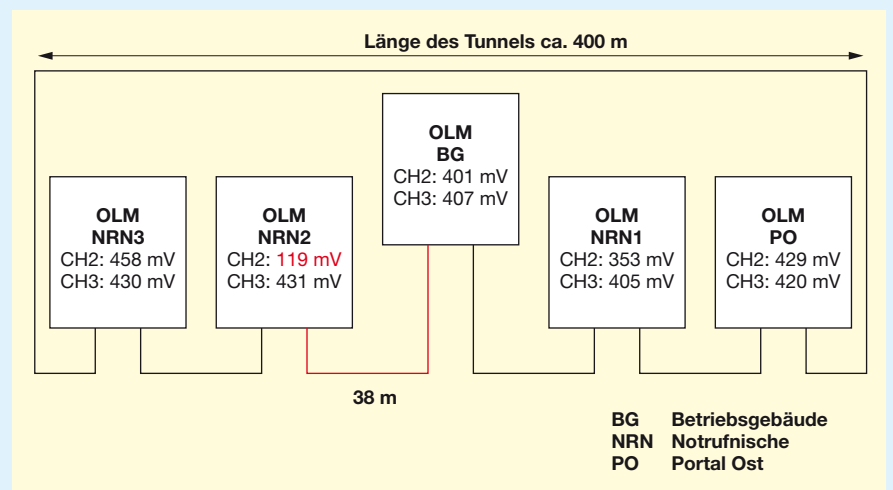
119 mV deutete auf einen Empfangspegel im Grenzbereich hin (Bild 3). An allen anderen Profibus-Modulen wurden wesentlich höhere Spannungen gemessen. Das Signal liefert das OLM im Betriebsgebäude (BG).

3 Inspektion der LWL-Steckverbinder

Bevor die Fehlersuche mit der OTDR-Mess-technik fortgesetzt wurde, erfolgte zunächst die Betrachtung der Steckerstirnflächen mit dem Video-Inspektionsmikroskop (Bild 4). Danach wurden die optischen Steckverbinder sorgfältig gereinigt (Bild 5). Diese Reinigung der LWL-Steckverbinder sollte sowohl vor jeder Verbindung bei der Inbetriebnahme wie auch beim Auswechseln von Komponenten durchgeführt werden. Dies gilt ebenso für die nachfolgend beschriebene OTDR-Messung, bei der die Messfasern vor jedem Verbinden mit dem Inspektionsmikroskop geprüft und bei Bedarf gereinigt werden sollten.

1 Spannungsmessung an den mit Prüfbuchsen ausgestatteten Profibus-Modulen

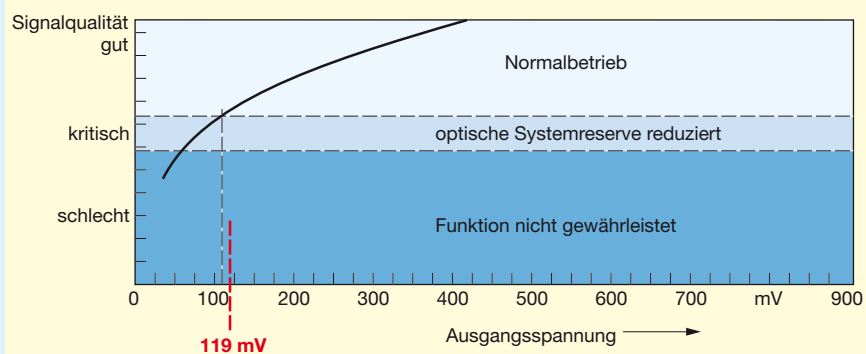
Quellen: bfe-Oldenburg



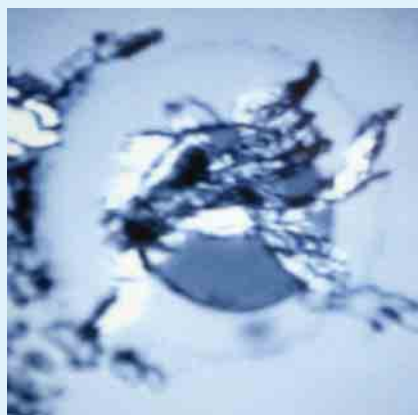
2 Ringstruktur der Profibus-OLMs mit rot hervorgehobener, fehlerhafter Glasfaserstrecke von der Notrufnische 2 (NRN2) zum Betriebsgebäude (BG)

Autor

Dipl.-Ing. Werner Stelter ist Fachdozent für Nachrichtentechnik am bfe-Oldenburg.



③ Zusammenhang zwischen Prüfspannung und Signalqualität an einem Profibus-Modul
Quelle: Siemens



④ Verschmutzte LWL-Steckerstirnflächen der Rangierkabel

Fotos: bfe-Oldenburg



⑤ Reinigung der Steckerstirnflächen mit a) hochreinem Alkohol, b) einer Mikrofaser-Bandkassette und c) mit einem speziellen Reinigungsgerät; das Teilbild d) zeigt die saubere Steckerstirnfläche nach der Reinigung
Fotos: bfe-Oldenburg

HENSEL

Elektroinstallations- und Verteilungssysteme



Unbegrenzte Möglichkeiten!

Hensel ENYSTAR ist das erste kombinierfähige Gehäusesystem mit großen Türen für alle Gehäusegrößen für den schnellen und einfachen Bau von Verteilern bis 250 A, IP 65. Vier Gehäuse aus hochwertigem Thermoplast lassen sich frei kombinieren, um das System je nach Anforderung aufzubauen. Offene Seitenwände, integrierte Dichtungen und sichere Steckverbindungen bilden ein stabiles Gerüst, das Ihnen nahezu unbegrenzte Möglichkeiten in der Elektroinstallation bietet.



www.enystar.eu

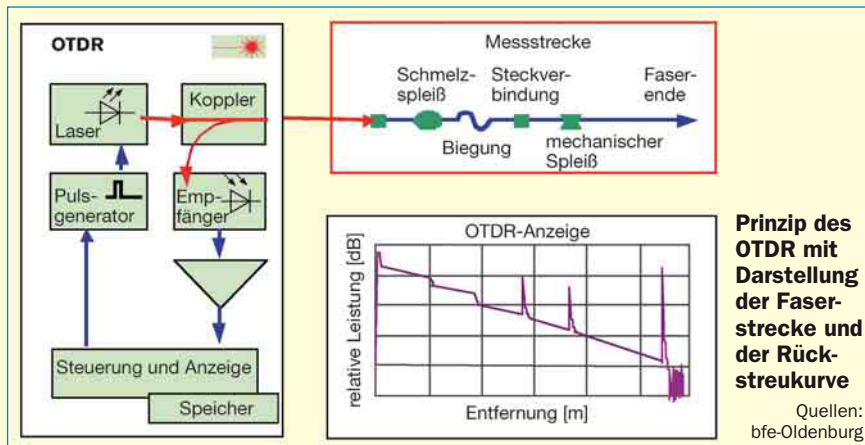
ENYSTAR

Das universelle und superschnelle Gehäusesystem

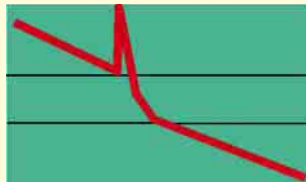
Gustav Hensel GmbH & Co. KG · D-57368 Lennestadt
www.hensel-electric.de

Funktionsprinzip eines optischen Impulsreflektometers (OTDR)

Optische Impulsreflektometer (OTDR – Optical Time Domain Reflectometer) senden Laser-Lichtimpulse aus, die von der Faser reflektiert werden. Den prinzipiellen Aufbau zeigt das unten stehende Bild. Gemessen wird die reflektierte Leistung in Abhängigkeit von der Zeit und als Rückstreucurve dargestellt. Aus der reflektierte Leistung kann auf die Dämpfung und aus der Laufzeit auf die Entfernung geschlossen werden. Die vom OTDR dargestellte Rückstreucurve zeigt daher den Dämpfungsverlauf entlang der Faser als Funktion der Entfernung. Damit ist die Bestimmung der installierten Länge sowie von Teillängen möglich. Weiterhin lässt sich die Einfügungsdämpfung (IL) und Rückflusdämpfung (RL) von Steckverbindungen bestimmen. Anhand dieses Messverfahren kann eine fundierte Aussage über die Qualität einer LWL-Übertragungsstrecke getroffen werden. Im Fehlerfall lassen sich Fehlerstelle und Fehlerursache somit schnell und eindeutig identifizieren. Um das Messergebnis eines OTDR beurteilen zu können, ist allerdings etwas Erfahrung im Umgang mit dem Messverfahren erforderlich.



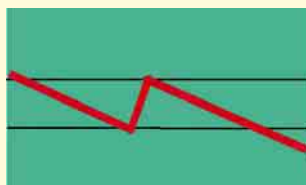
Ergebnisse im Rückstreudiagramm



Ein reflexives Ereignis wird z. B. durch einen Stecker (nur Gradschliffstecker) hervorgerufen. Das OTDR bestimmt die Einfügungsdämpfung (IL – Insert Loss) und Rückflusdämpfung (RL – Return Loss).



Ein Dämpfungssprung wird z. B. hervorgerufen durch eine Spleißverbindung, einen Schrägschliffstecker oder einen Faserknick. Infolge von Inhomogenitäten wird Licht absorbiert oder ausgekoppelt. Das OTDR bestimmt die Einfügungsdämpfung (IL).



Ein Gainereffekt (scheinbare Verstärkung) entsteht bei der Kopplung zwischen Fasern mit verschiedenen Kennwerten. Vereinbart ist die Bestimmung der Einfügungsdämpfung durch arithmetische Mittelwertbildung der Messwerte aus beiden Richtungen. Das Ergebnis dieser Mittelung hat einen positiven Wert für die Einfügungsdämpfung (IL).



Ein Endreflex ist meist als deutlicher Impuls zu erkennen. Danach fällt die Rückstreucurve auf den Rauschpegel, der durch den OTDR-Empfängerbaustein vorgegeben ist. Am Übergang Glas/Luft bei einem Gradschliffstecker werden 4 % des Lichts reflektiert ($RL = 14 \text{ dB}$). Bei Schrägschliffsteckern (APC-Steckern) am Ende tritt kein Endreflex auf, sondern nur ein Abfall auf den Rauschpegel.

4 Reinigung der LWL-Steckverbinder

Verschmutzte Steckverbindungen können sowohl den Betrieb von Datennetzen als auch die Messergebnisse bei Abnahmemessungen erheblich beeinflussen und sind außerdem die Hauptursache für Fehler in Glasfaserverbindungen. Bei Telekommunikations-Netzbetreibern ist deshalb die Steckerreinigung vor jedem Steckvorgang vorgeschrieben. Auch in anderen LWL-Anwendungen sollte der Reinigungsprozess vor jedem Verbinden eine Selbstverständlichkeit sein. Anwendungen wie Gigabit- oder 10-Gigabit-Ethernet haben ein Dämpfungsbudget von nur noch 2,6 dB.

4.1 Reinigung der Steckerstirnfläche

Die bekannteste Methode zur Reinigung von LWL-Steckerstirnflächen ist die Reinigung mit einem alkoholgetränkten Tuch (Bild 5 a). Dabei ist jedoch unbedingt darauf zu achten, dass abschließend mit einem trockenen und fusselfreien Tuch nachgereinigt wird, sodass keine Alkoholrückstände auf der Steckerstirnfläche verbleiben. Verbleibende Alkoholrückstände wirken hygroskopisch und so würde sich schnell Schmutz anlagern.

Wesentlich schneller ist die Trockenreinigung mit einer Reinigungskassette (Bild 5 b), die ein Mikrofasertuch enthält. Diese Methode ist besonders bei der Durchführung von Rangierarbeiten geeignet.

4.2 Reinigung der LWL-Steckerstirnflächen im Verteilerfeld

Oft ist es sehr aufwendig, ein Verteilerfeld zu öffnen, um eine verschmutzte LWL-Steckerstirnfläche zu reinigen. Mit speziellen Reinigungsstäbchen oder einem Reinigungsgerät mit Mikrofaserbund für die 2,5 mm-Ferrule (Bild 5 c) ist die Reinigung der Steckerstirnfläche im Verteilerfeld durch die Hülse des Mittelstücks hindurch möglich. Abschließend sollte das Ergebnis wieder mit dem Inspektionsmikroskop überprüft werden (Bild 5 d).

5 Fehleridentifikation mit dem OTDR

Nach der Steckereinigung an den Patchkabeln wurden die Profibus-Module nochmals angeschlossen. Da sich der Empfangspegel von CH2 in NR2 durch die Steckerreinigung jedoch nicht wesentlich verbessert hatte, wurde eine Messung der LWL-Verkabelung mit dem optischen Impulsreflektometer (OTDR) durchgeführt. Die Patchkabel in NR2 verblieben dafür in der Strecke. Die Steckverbindungen in den Patchfeldern waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht gereinigt, da hierfür das Ausbauen der Steckverbindungen erforderlich gewesen wäre. Um den Fehler eindeutig identifizieren zu können, empfiehlt es sich, zunächst eine OTDR-Messung durchzuführen.

MAP
FÖRDERFÄHIG
Vorteilspakete
FIGHTER 2020

www.nibe.de

Integrale Systemtechnik im
Einklang mit Mensch und Natur.

NIBE Luft/Wasser - Wärmepumpen

Nutzen Sie die Heizenergie
aus der Außenluft.



NIBE Vorteilspakete
mit reduzierten Preisen!

Neue Luft/Wasser- Vorteilspakete 2008

- Erweiterte Systemkonfigurationen
- Geeignet für Neubau und Bestand
- Preise nochmals reduziert
- MAP-förderfähig

NIBE Luft/Wasser - Wärmepumpen
erfüllen die hohen Anforderungen des
aktuellen Markt-Anreiz-Programms (MAP).

Mit unseren neuen Vorteilspaketen
erhalten Sie die Basis zu unterschiedlichen
Systemkonfigurationen, mit denen Ihre
Kunden über € 3.000,- an Fördermitteln
aus dem aktuellen MAP beantragen
können.

IFH Intherm
vom 16. bis 19. April
Halle 7.0 Stand 7108

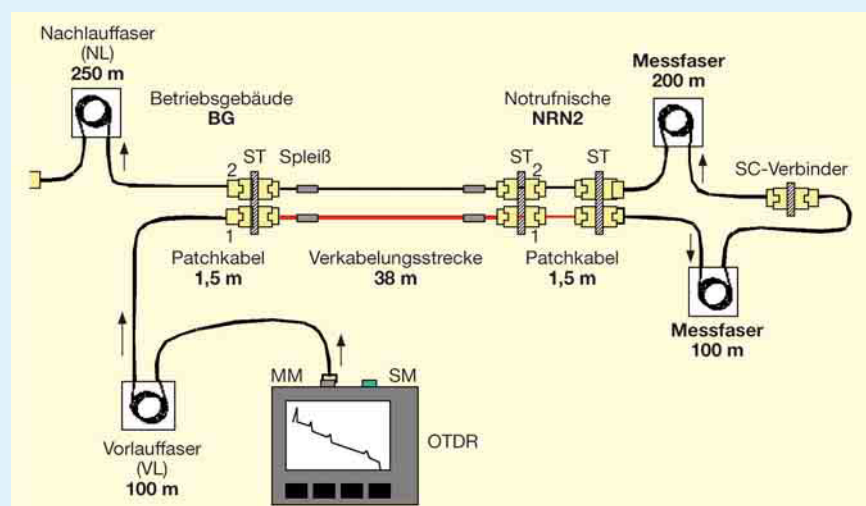


NIBE Systemtechnik GmbH
Am Reiherpfahl 3 · 29223 Celle
Tel. 05141/7546-0 · Fax -99 · info@nibe.de



⑥ Messaufbau für die Fehleridentifikation mit einem optischen Impuls- reflektometer (OTDR)

- ① OTDR
- ② Vorlauffaser
- ③ Videomikroskop
- ④ Spleißbox



⑦ Schematische Darstellung des OTDR-Messaufbaus

Quellen: bfe-Oldenburg

5.1 Vorlauffaser

Das OTDR wurde über eine 100 m lange Vorlauffaser an das Patchkabel zur Faser 1 der Strecke angeschlossen (Bilder ⑥ und ⑦). Erst durch Verwendung der Vorlauffaser ist es möglich, die Einfügungsdämpfung der Steckverbindung am Streckenanfang zu bestimmen. Zudem erhält man durch Einsatz der Vorlauffaser die Modengleichgewichtsverteilung im Kern der Gradientenindexfaser bzw. den richtigen Modenfelddurchmesser bei einer Einmodenfaser.

5.2 Nachlauffaser

Die Verwendung einer Nachlauffaser ermöglicht die Bestimmung der Einfügungsdämpfung von der letzten Steckverbindung und schließt zudem eine Faservertauschung aus. Als Vor- und Nachlauffasern sollten Fasern verwendet werden, deren Parameter identisch mit den Fasern der installierten Strecke sind.

5.3 Zwei Fasern in Schleife

In der Notrufnische 2 wurden Faser 1 sowie Faser 2 mit Hilfe von zwei Messfasern in Schleife geschaltet. Zwei Messfasern wurden benutzt, da die Messfasern auf der einen Seite jeweils SC-Steckverbindungen hatten. Durch die Schleifenbildung konnte die OTDR-Messung vom Betriebsgebäude ausgehend für Faser 1 und Faser 2 in beide Richtungen durchgeführt werden, ohne dass eine OTDR-Messung neben der Fahrbahn notwendig war.

Fortsetzung ELEKTRO PRAKTIKER

**Teil 2: Messwertanalyse,
Fehlerbehebung sowie Montage- und
Handhabungshinweise**