

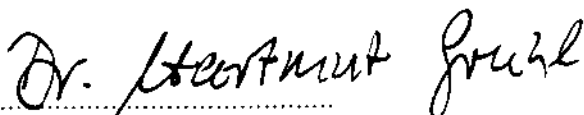
Einfluß von DOYMA Dichtungseinsätzen auf das Dämpfungsverhalten von LWL-Kabeln bzw. -Leitungen

Prüfbericht

Kunde: DOYMA GmbH & Co
Industriestraße 43-57
D- 28876 Oyten

Gutachter: Dr. rer. nat. Hartmut Gruhl
Diplom-Physiker

Schillerstr. 14,
64372 Ober-Ramstadt


.....
Dr. rer. nat. H. Gruhl

Ober-Ramstadt, 14.04.96

Dr. rer. nat. H. Gruhl	Einfluß von DOYMA Dichtungseinsätzen auf das Dämpfungsverhalten von LWL-Kabeln bzw. -Leitungen	14.04.1996
		Seite 1 / 5

P R Ü F B E R I C H T

Zusammenfassung: Es wurde geprüft, welche Zusatzdämpfung eine Standard-Einmodenfasern dadurch erfährt, daß sie durch das Abdichtungssystem der Firma **DOYMA** aus Bremen geführt und somit lokal an zwei Stellen gepreßt wird. In Abhängigkeit von der Wellenlänge ergibt sich eine Dämpfungserhöhung von einigen Tausendstel dB, so daß dieses Abdichtungssystem der Firma **DOYMA** uneingeschränkt zur wasserdichten Durchführung von Lichtwellenleitern in Gebäude empfohlen werden kann.

Meßaufbau: Wegen der geringen Dämpfungserhöhung wurde ein Kabel mit zehn Fasern verwendet. Folglich wird jede Dämpfungserhöhung um den Faktor zehn vergrößert. Die Kabellänge beträgt 423 Meter, wobei die Enden so verspleißt werden, so daß sich eine Gesamtkettenlänge von 4230 m ergibt. An den beiden Enden der Kette befinden sich DIN-Stecker der Firma *DIAMOND*. Bei dem verwendeten Kabel handelt es sich um Standardeinmodenfasern, wie sie im optischen Netz der Deutschen Telekom verlegt sind. Die Fasern verlaufen in einem Kunststoffrohr mit 3,5 mm Außendurchmesser. Dieses Kunststoffrohr wird durch das in Bild 1 gezeigte Abdichtungssystem der Firma **DOYMA** geführt.

Durchführung der Messung:

Die Messungen wurden nach zwei verschiedenen Verfahren durchgeführt und zwar:

1. nach dem 4-Wellenlängen-OTDR-Verfahren,
2. nach dem Transmissionsverfahren.

Beim ersten Verfahren zur Dämpfungsmessung wird ein optisches Impulsreflektometer (Optical Time Domain Reflectometer, OTDR) eingesetzt. Bei diesem Gerät der Firma *Photon Kinetics* wird ein 20 ns langer Laserlichtimpuls in die Faser geschickt. Der Impuls hat in der Faser eine Länge von 4 m, welches auch der räumlichen Auflösung bei der Messung entspricht.

Das im Faserkern zurückgestreute Licht wird im Gerät detektiert und ermöglicht die Bestimmung folgender Größen:

1. Faserdämpfung bzw. Dämpfungskoeffizient
2. Lage und Dämpfung von Spleißen, Preßstellen, Krümmungsstellen, Steckern und möglichen Unterbrechungsstellen
3. Faserlänge

Dr. rer. nat. H. Gruhl	Einfluß von DOYMA Dichtungseinsätzen auf das Dämpfungsverhalten von LWL-Kabeln bzw. -Leitungen	14.04.1996 Seite 2 / 5
<p>Die Messung ist bei folgenden vier Wellenlängen durchgeführt worden: 1310 nm, 1360 nm, 1410 nm, 1550 nm Bei dieser Messung wird der Laserimpuls in ein Faserende eingespeißt, wobei das zweite Faserende freibleibt.</p> <p>Wegen kleiner Differenzen der Modenfelddurchmesser der zusammengespleißten Faserabschnitte ist es erforderlich, die Messung an der Faser in beiden Richtungen auszuführen und die Ergebnisse zu mitteln, um genaue Werte zu erhalten. Die Auflösung des OTDR beträgt 0,01 dB, welches bei der Faserlänge von 4230 m 0,0024 dB/km entspricht.</p> <p>Beim Transmissionsverfahren wird die Transmission der Faser bei der Referenzmessung ohne und anschließend mit Pressung über einen vorgegebenen Spektralbereich gemessen und der spektrale Dämpfungskoeffizient α nach folgender Formel berechnet:</p> $\alpha(\lambda) = (10 \text{ dB} \cdot \log (P_o(\lambda) / P(\lambda))) / L$ <p>Dabei ist L die Länge der Faser, P_o die empfangene Lichtleistung bei einer Wellenlänge ohne und P die entsprechende Lichtleistung mit Pressen des Kabels.</p> <p>Bei der Transmissionsmessung werden beide Faserenden mit dem Gerät verbunden, um an den Sender und den Empfänger des Gerätes ankoppeln zu können. Für die Messungen wurde ein kommerzielles Gerät (<i>EG&G, SLA Portable Spectral Attenuation System</i>) eingesetzt, welches für diese Meßaufgabe in Bezug auf den Dynamikbereich und den Meßpunkteabstand (2 nm) modifiziert wurde.</p> <p>Dabei wird der gesamte Wellenlängenbereich zwischen 1200 nm und 1700 nm erfaßt. Die Auflösung des Gerätes beträgt 0,03 dB/km und ist somit schlechter als beim OTDR.</p>		

Dr. rer. nat. H. Gruhl	Einfluß von DOYMA Dichtungseinsätzen auf das Dämpfungsverhalten von LWL-Kabeln bzw. -Leitungen	14.04.1996
		Seite 3 / 5

Ergebnis: Zunächst wird die Faser an das OTDR angeschlossen und bei allen vier Wellenlängen durchgemessen. Anschließend wird das Abdichtungssystem der Firma **DOYMA** installiert und die Messung wiederholt. Die Differenz beider Messungen ergibt die Zusatzdämpfung, die durch die Abdichtung bewirkt wird. In der folgenden Tabelle ist diese **-bezogen auf eine Faser-** aufgeführt:

λ / nm	1310	1360	1410	1550
α / (dB/km)	0,500	0,571	0,835	0,247
$\Delta\alpha$ (0) / dB	0,0020	0,0034	0,0049	0,0037
relativer Verlust (0)	0,046 %	0,078 %	0,113 %	0,085 %
ΔL / m	4,0	6,0	5,9	15,0
$\Delta\alpha$ (10) / dB	0,0021	0,0036	0,0052	0,0039
relativer Verlust (10)	0,048 %	0,083	0,120 %	0,090 %

Legende:

Dämpfungszunahme bezogen auf eine in der Abdichtung gepreßte Faser für vier verschiedene Wellenlängen λ , gemessen mit dem OTDR.

α : Faserdämpfung

$\Delta\alpha(0)$: Dämpfungszunahme direkt nach der Installation des Abdichtungssystems

ΔL : Faserlänge, die diese Dämpfungszunahme bewirken würde

$\Delta(10)$: Dämpfungszunahme 10 Tage nach der Installation gemessen

Mit dem OTDR wurden die zehnfachen Dämpfungserhöhungen gemessen, da im Kabel 10 Fasern gepreßt wurden. Damit liegt man über dem Auflösungsvermögen des OTDR. Die vier Schrauben, die den Anpreßdruck bestimmen, wurden mit einem Drehmoment von 3 Nm angezogen. Dieses entspricht der Empfehlung des Herstellers DOYMA.

Man erkennt, daß die durch die Abdichtung induzierte Dämpfungszunahme weniger als 0,12% Zusatzverlust bedeutet und somit sehr gering ist. Sie ist von der Wellenlänge abhängig. Gibt man diejenige Faserlänge an, die die gleiche Dämpfungserhöhung verursachen würde, erkennt man, daß diese mit wachsender Wellenlänge zunimmt, welches auch zu erwarten ist.

Würde man die Faser nur einige Meter länger wählen, hätte man die gleiche Dämpfungserhöhung, wie sie durch das Pressen im Abdichtungssystem verursacht würde. Dabei ist zu bedenken, daß typische Faserlängen 30 000 m betragen.

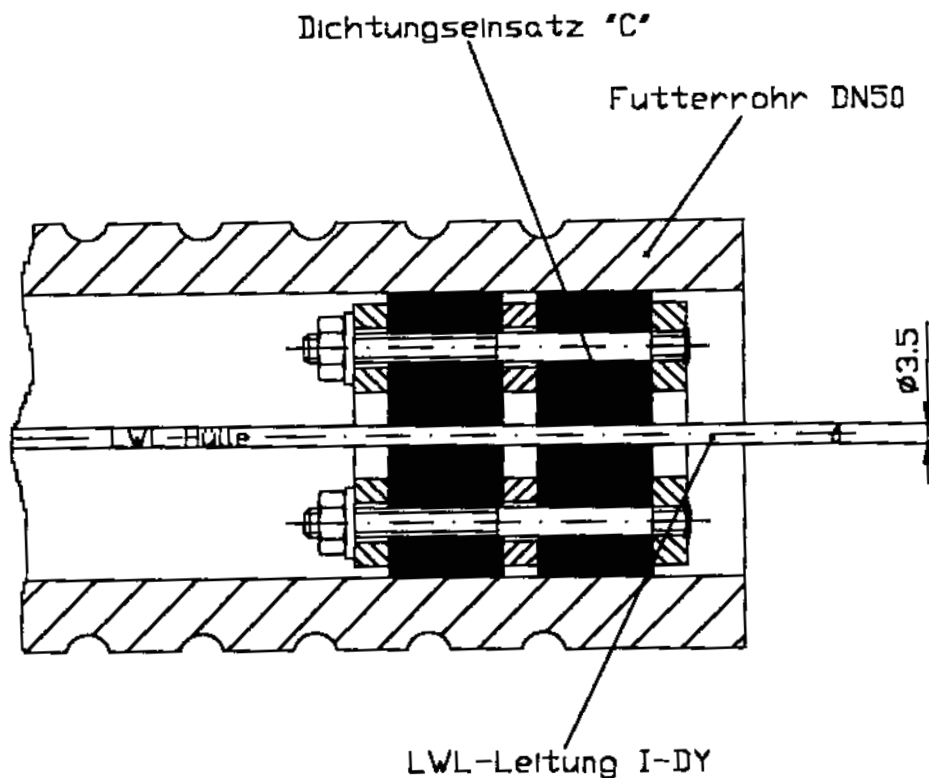
Dr. rer. nat. H. Gruhl	Einfluß von DOYMA Dichtungseinsätzen auf das Dämpfungsverhalten von LWL-Kabeln bzw. -Leitungen	14.04.1996
		Seite 4 / 5

10 Tage nach Installation des Abdichtungssystems ist die Dämpfungszunahme nur um 5% angestiegen.

Um die Zuverlässigkeit der OTDR-Messungen zu überprüfen, wurde die Dämpfungserhöhung außerdem mit der Transmissionsmethode gemessen. Das Ergebnis zeigt Bild 2. Man sieht, daß im Rahmen der Meßgenauigkeit der Transmissionsmethode keine Dämpfungszunahme erkennbar ist. Diese liegt auch nach den aus der OTDR-Messung gewonnenen Erkenntnissen bei ca. $0,003 \text{ dB}/0,423 \text{ km} = 0,0071 \text{ dB}/\text{km}$ und damit unterhalb des Auflösungsvermögens von $0,03 \text{ dB}/\text{km}$ der Transmissionsmethode.

Krümmt man das untersuchte Kabel, so zeigt das Ergebnis der Transmissionsmethode eine deutliche Dämpfungserhöhung, die mit wachsender Wellenlänge zunimmt (Bild 3). Man erkennt hieran, daß das Verlegen des Kabels um Ecken viel stärker die Faserdämpfung erhöht, als es das Abdichtungssystem der Firma DOYMA bewirkt .

Bild 1:



Dr. rer. nat. H. Gruhl	Einfluß von DOYMA Dichtungseinsätzen auf das Dämpfungsverhalten von LWL-Kabeln bzw. -Leitungen	14.04.1996
		Seite 5 / 5

Bild 2: Dämpfungszunahme durch Pressen der 10 Fasern im Abdichtungssystem

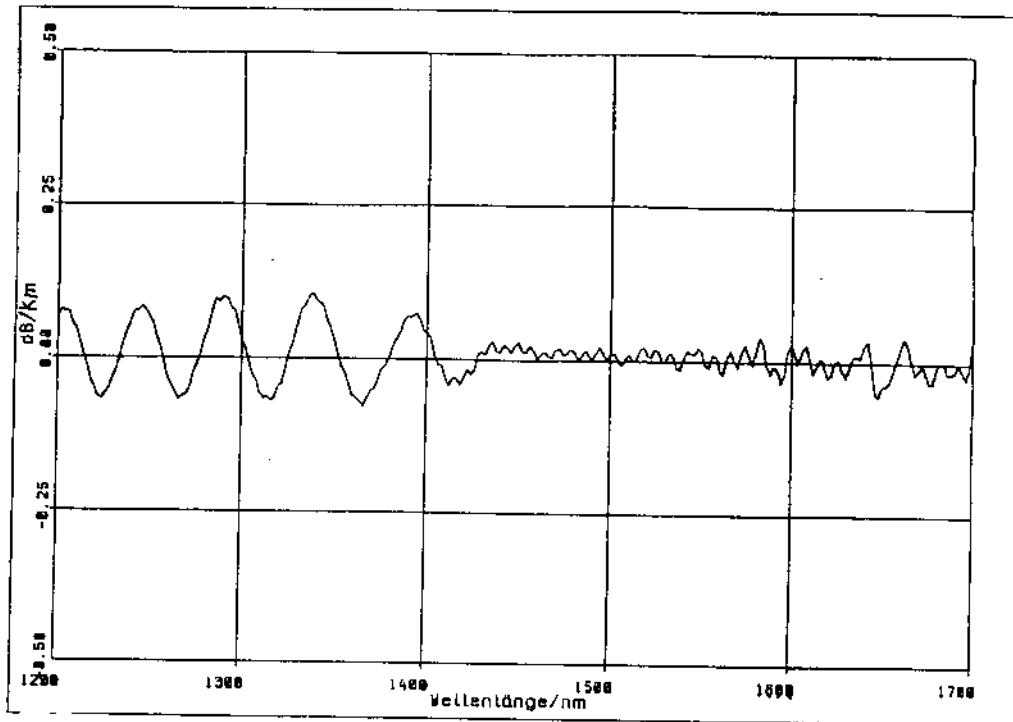


Bild 3: Dämpfungszunahme beim Krümmen der 10 Fasern (0,5 Windungen, Durchmesser 18 mm)

