

[Graue Schattierung kennzeichnet erforderliche Elemente; gelbe Schattierung]

DOKUMENT EINGESTELLT AN: TR-42.7 Meeting

Das Dokument, dem diese Deckungszusage beigefügt ist, wird einer formulierenden Gruppe oder einem Unterelement davon des Verbands der Telekommunikationsindustrie (Telecommunications Industry Association, TIA) gemäß den Bestimmungen der Abschnitte 6.4.1 bis einschließlich 6.4.6 des TIA Engineering Manual vom März 2005 vorgelegt, wobei alle Bestimmungen hiermit durch Verweis einbezogen werden.

| | |
|--|--|
| QUELLE: | TIA |
| KONTAKT: | Sheri Dahlke American Polywater Corp. 11222 60 th Street North Stillwater, MN 55082 Telefon: 651-430-2270 E-Mail: sheri.dahlke@polywater.com |
| TITEL: | Die Auswirkung von Schmiermitteln auf Hochfrequenz-Datenkabel |
| PROJEKTNUMMER (PN): | SP-3-0177 |
| VERTEILUNG: | TR-42.7 |
| BEABSICHTIGTER ZWECK DES DOKUMENTS: | <input type="checkbox"/> ZUR EINBEZIEHUNG IN DIE TIA-PUBLIKATION |
| | <input checked="" type="checkbox"/> FÜR INFORMATIONEN |
| | <input type="checkbox"/> SONSTIGES (Bitte beschreiben) _____ |

ABSTRACT: Untersucht wurde die Auswirkung von Einzugschmiermitteln auf Hochfrequenz-Datenkabel. In der Studie wurden Kabel der Kategorien 5E, 6 und 6A verschiedener Hersteller verwendet. [Die Leistung des Kabels und die Auswirkung des Schmiermittels wurden durch Dämpfungsmessungen (Einfügedämpfung) ermittelt. [Dazu gehörten Studien zur Alterung an der Luft und in geschlossenen Röhren. Außerdem wurden die Auswirkungen auf die Zugfestigkeit und die Dehnung der Kabelmantelmischungen bestimmt. **Der Reibungskoeffizient wurde für bestimmte Kabelmantel-/Schmiermittel-Kombinationen gemessen. Es wurde festgestellt, dass herkömmliche Schmiermittel zum Einziehen von Kabeln möglicherweise nicht für Hochfrequenz-Datenkabel geeignet sind. Alternativ dazu wurde gezeigt, dass die neuen, dünnflüssigen Schmiermittel die Reibung bei minimaler Beeinträchtigung der Kabelleistung wirksam reduzieren.**

PATENTOFFENLEGUNG [OPTIONAL]

Die Quelle verfügt möglicherweise über ein oder mehrere Patente und/oder veröffentlichte, anhängige Patentanmeldungen, die für die Anwendung des gesamten oder eines Teils dieses Beitrags, wie er in einer TIA-Veröffentlichung enthalten ist, wesentlich sein können, und die Quelle ist bereit, die Absätze 1, 2(a) oder 2(b) von ANNEX H des TIA Engineering Manual vom März 2005 in Bezug auf diese Patente und/oder veröffentlichten, anhängigen Patentanmeldungen einzuhalten.

Die Auswirkung von Schmiermitteln auf Hochfrequenz-Datenkabel

Hintergrundstudie

Bei einigen kürzlich durchgeführten Installationen vor Ort fielen Datenkabel, die mit handelsüblichen Einzugschmiermitteln in Rohre eingezogen wurden, bei Dämpfungsverlusttests durch. Eine begrenzte Bewertung vor Ort deutete darauf hin, dass die Schmiermittel selbst das Kabel beeinträchtigen könnten. Da bei diesen Installationen häufig eine Spannungsreduzierung (mithilfe von Schmiermitteln) erforderlich ist, wurde eine Studie zur Messung der Auswirkungen des Einzugschmiermittels auf die Signaleigenschaften des Kabels in Auftrag gegeben. Außerdem wurden die Reibungsreduzierung und der Einfluss des Schmiermittels auf die physikalischen Eigenschaften des Kabelmantels untersucht.

Für diese Studie wurden von mehreren Kabelherstellern Hochleistungs-Kupferdatenkabel gespendet. Es handelte sich in erster Linie um Kabel der Kategorie 6, aber auch um einige 5E- und 6A-Kabel (mit Zusatz). Es waren sowohl geschirmte als auch ungeschirmte Geräte vertreten. Diesen Kabelmarken wurden nach dem Zufallsprinzip die Bezeichnungen A bis F zugewiesen. Mit dieser Kennzeichnung lautet eine gültige Kabelbeschreibung „Marke A, Kat. 6, ungeschirmt“.

Fluke Networks stellte American Polywater ein DTX 1800 CableAnalyzer™ Gerät zur Verfügung. Fluke bot außerdem technische Schulungen und Unterstützung beim Herstellen von Kabelverbindungen, Testen des Datenkabels und Interpretieren der Ergebnisse für diese Studie an.

Analyse der DTX 1800-Daten

Der Fluke Tester deckt einen breiten Frequenzbereich ab und vergleicht die Dämpfung automatisch mit den festgelegten TIA-Maximalwerten für diesen Kabeltyp. Jeder einzelne Kabeltest liefert umfangreiche Daten, einschließlich der Bewertung „bestanden/nicht bestanden“ nach TIA-Normen, wie der typische Ausdruck in Anhang A zeigt.

Auf der Grundlage der ersten Tests wurde festgestellt, dass die Einfügedämpfung (oder die Einfügedämpfungsspanne) bei 500 MHz gute Vergleichsdaten liefern kann. Jegliche Veränderung der Kabelleistung war bei dieser hohen Frequenz leicht zu erkennen.

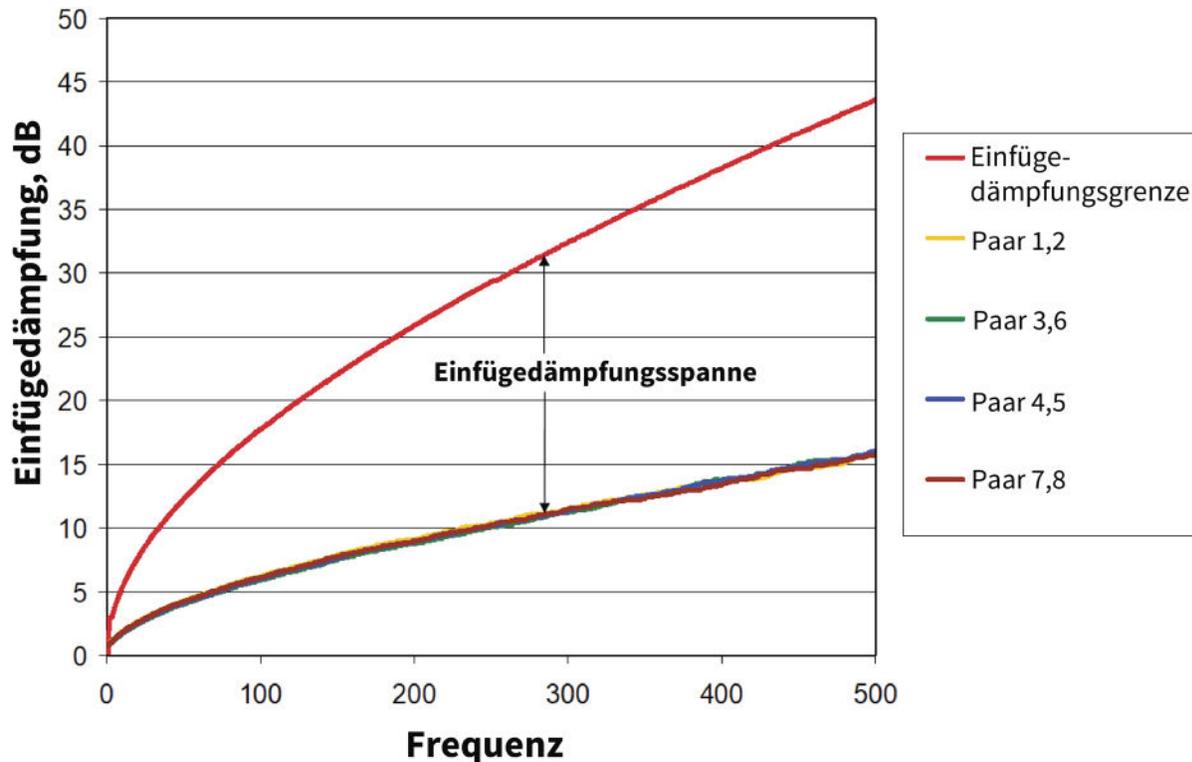


Diagramm 1 – Einfügedämpfung, Kabel A Baseline, 100 Fuß, Lufttrockentest

Diagramm 1 verdeutlicht die in diesem Dokument verwendeten Begriffe. Die gemessene Einfügedämpfung (Attenuation) in dB ist für die vier gemessenen Paare angegeben. Die rote Linie zeigt auch den TIA-Grenzwert für die zulässige Dämpfung. Dieser Grenzwert beträgt 43,8 dB bei 500 MHz. Die Einfügedämpfungsspanne ist die Differenz zwischen der gemessenen Dämpfung des höchsten (schlechtesten) Paares und der zulässigen Prüfgrenze.

Die Begriffe „Einfügedämpfung“ und „Einfügedämpfungsspanne“ werden beide in dieser Studie verwendet. Die meisten Diagramme zeigen die Einfügedämpfungsspanne im Zeitverlauf. Dieser Vergleich zum Standard ist bequem und kann direkt vom DTX-1800-Ausdruck abgelesen werden. Wenn die Einfügedämpfung steigt (die Dämpfung nimmt zu), sinkt die Einfügedämpfungsspanne. Ein Kabel fällt bei der Einfügedämpfungsprüfung durch, wenn die Einfügedämpfung den TIA-Grenzwert überschreitet (die Linien kreuzen sich) und die Einfügedämpfungsspanne für eines der Kabelpaare negativ wird.

Die Einfügedämpfungsspanne variiert je nach Kabelmarke, Kabeltyp und Länge der Strecke. Da in dieser Studie jedoch die Auswirkung des Schmiermittels gemessen werden soll, liegt der Schwerpunkt auf den Unterschieden zu einer ungeschmierten Kontrolle, und die Einfügedämpfung und der Status „bestanden/nicht bestanden“ dieser Kontrolle sind für diesen Vergleich nicht relevant.

Zusammenfassung der Tests

Die Tests bestanden aus vier Protokollen. Bei den ersten beiden Protokollen wurden die Kabel Schmiermitteln ausgesetzt und Dämpfungseffekte untersucht. In den Teilen 3 und 4 wurden physikalische Mantelprüfungen und Reibungskoeffizientmessungen hinzugefügt. Es folgt eine Zusammenfassung der Testabschnitte:

I. **Kabel, die verschiedenen Schmiermitteln ausgesetzt waren und an der Luft trocknen konnten**

- A. Neun 100 Fuß lange Kabelabschnitte eines einzigen Kabeltyps (Marke A, Kat. 6, ungeschirmt) wurden mit verschiedenen Schmiermitteln abgewischt und an der Luft getrocknet. Vor dem Auftragen des Schmiermittels, unmittelbar nach dem Auftragen des Schmiermittels und in regelmäßigen Abständen, bis sich die Messwerte stabilisiert hatten, wurde ein vollständiger Systemdiagnostetest am Kabel durchgeführt. Wenn sich die Einfügedämpfung änderte, geschah dies sofort. Interessanterweise kehrte sich die beobachtete Dämpfung um und die Kabel wurden mit der Zeit wiederhergestellt (sobald das Schmiermittel getrocknet war).
S. 5–6
- B. Dieselben neun Kabelabschnitte wurden dann mit den Schmiermitteln getränkt, herausgenommen und wieder an der Luft getrocknet. Dies erhöhte den Schweregrad der Schmiermittelexposition. Auch hier wurden Veränderungen beobachtet, die sich im Laufe der Zeit wieder umkehrten, und das Kabel wurde wiederhergestellt.
S. 6–7
- C. Die Testlänge wurde auf 300 Fuß erhöht und fünf Kabelmarken wurden mit zwei verschiedenen Schmiermitteln getestet. Sowohl die Kontroll-Einfügedämpfung als auch die Auswirkungen von Schmiermitteln waren bei dieser Länge deutlich übertrieben. Dennoch kehrte die Kabeldämpfung wieder auf den Kontrollwert zurück, als das Schmiermittel verdampfte. Bei diesem Test wurden Unterschiede zwischen den Kabelmarken festgestellt.
S. 7–9

II. **Kabel, die verschiedenen Schmiermitteln in einem geschlossenen Rohrsystem ausgesetzt sind**

- A. Hundert Fuß lange Abschnitte von vier verschiedenen Kabelmarken und -typen wurden gebündelt und mit verschiedenen Schmiermitteln (bis zum Übermaß) bestrichen, während sie in drei verschiedene Rohre eingezogen wurden. Die Rohrenden wurden mit Kitt verschlossen, um die Auswirkungen der Lufttrocknung zu beseitigen. Vor dem Auftragen des Schmiermittels, unmittelbar nach dem Einziehen des Kabels mit dem Schmiermittel und in wöchentlichen Abständen wurden umfassende Diagnostetests durchgeführt. Eine Wasserkontrolle mit den vier 100 Fuß langen Kabelabschnitten wurde ebenfalls überwacht. Dieser Test zeigte, dass die Einfügedämpfung mit der Zeit zunimmt, wenn das Schmiermittel oder das Wasser nicht trocknen kann. Dieser Test umfasste sowohl Datenkabel als auch Kabel der Kategorien 5E und 6, geschirmt und ungeschirmt, und zeigte Unterschiede in der Leistung zwischen diesen Kabeltypen auf.
S. 9–12
- B. Sechs 100 Fuß lange Abschnitte verschiedener Marken von Kat. 5E, 6 und 6A (ungeschirmt) wurden gebündelt und dann mit Polywater® FTTx Schmiermittel beschichtet. Die Rohrenden wurden mit Kitt verschlossen, um die Auswirkungen von

Lufttrocknung und Verdunstung zu verhindern. Vor dem Auftragen des Schmiermittels, unmittelbar nach dem Einziehen des Kabels mit dem Schmiermittel und in wöchentlichen Abständen wurden umfassende Diagnosetests durchgeführt. Eine Wasserkontrolle mit den sechs 100 Fuß langen Kabelabschnitten wurde ebenfalls überwacht. Dieser Test zeigte auch, dass die Einfügedämpfung mit der Zeit zunimmt, wenn das Schmiermittel oder das Wasser nicht wie in Test IIA trocknen kann. Dieser Test zeigte Schwankungen bei der Kontroll-Einfügedämpfung in Abhängigkeit von der Kabelkonstruktion oder anderen Herstellerangaben.

S. 12–14

III. Materialprüfung nach einwöchiger Einweichung mit verschiedenen Schmiermitteln

Die Kabelmantelmischungen wurden eine Woche lang bei 50 °C in verschiedene Schmiermittel getaucht. Die Zug- und Dehnungseigenschaften der Kabelmantelmischung wurden gemessen und mit nicht gealtertem Mantelmaterial verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass Schmiermittel auf Mineralöl- und Kohlenwasserstoffbasis dem Kabelmantelmaterial schaden können.

S. 14–16

IV. Prüfung des Reibungskoeffizienten

Sechs Kabel wurden in ein EMT-Rohr mit zwei 90°-Bögen eingezogen. Die Zugspannung wurde zur Berechnung des Reibungskoeffizienten verwendet. Ein herkömmliches Kabelschmiermittel, das neue Polywater® FTTx und trockene Schmiermittel auf Tonbasis wurden mit dem nicht geschmierten Kontrolltest verglichen. Diese Tests zeigten signifikante Unterschiede in der Reibungsreduzierung zwischen den einzelnen Schmiermitteln.

S. 16–17

I. Schmiermittel zum Wischen auf 100-Fuß-Kabel mit Lufteinwirkung

Teil A: Neun Schmiermittel, 100-Fuß-Kabel, Wischtest mit Lufttrocknung

Im ersten Teil des Tests wurden 100 Fuß lange Kabelsegmente (Marke A, Kat. 6, ungeschirmt), die alle von derselben Trommel stammten, mit Schmiermittel beschichtet und in die Luft gehängt. In regelmäßigen Abständen wurden diagnostische Tests durchgeführt, bis sich die Dämpfungsmesswerte stabilisierten.

Um das Kabel vollständig der Luft auszusetzen, wurde ein hängender „Käfig“ gebaut. Dieser Käfig besteht aus vier Verbindungsstangen, die einen rechteckigen Kasten mit den Maßen 8 x 10 x 10 Fuß bilden. Kunststoffknöpfe, die in vertikalen Abständen von fünf Zentimetern eingesetzt wurden, sicherten das Kabel. Diese Halterungen sorgen dafür, dass sich das Kabel nicht selbst kreuzt und vollständig der Luft ausgesetzt ist, ohne dass unterschiedliche Mengen an Schmiermittel zwischen den Oberflächen eingeschlossen werden.

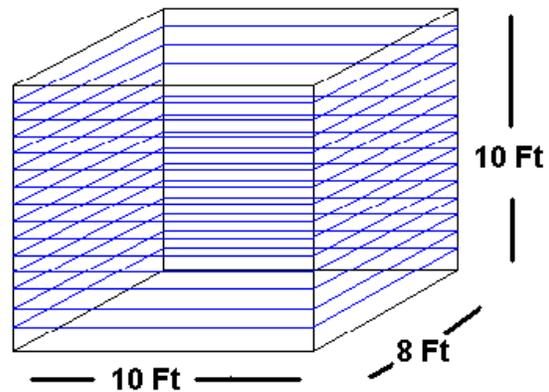


Diagramm 1 – Hängender Käfig, Foto links und grobe Abbildung oben.

An jedem Ende des Kabels wurde ein Leviton Extreme 6+ Stecker angebracht, und das Kabel wurde sorgfältig an den Käfig gehängt. Zum Testen des Kabels wurde ein Fluke DTX 1800 verwendet, und alle Spannen basieren auf 500-MHz-Testgrenzen. Der DTX 1800 wurde auf den Kabeltyp und die Kabellänge kalibriert, und es wurde ein Basislinien-Diagnosetest (Kontrolle) durchgeführt.

Bei diesem Test wurden neun verschiedene Schmiermittel auf das Kabel aufgetragen. Das Kabel wurde mit einem flusenfreien Tuch gründlich mit einer großzügigen Menge Schmiermittel bestrichen. Die Schichtdicke war daher in gewisser Weise proportional zur Gelstärke des Schmiermittels. Eine erste „geschmierte“ Messung wurde kurz nach dem Auftragen des Schmiermittels auf das Kabel durchgeführt. Anschließend wurden in regelmäßigen Abständen Messwerte erfasst und die Einfügedämpfungsspanne (bei 500 MHz) aufgezeichnet und zur Analyse grafisch dargestellt. Siehe Diagramm 1.

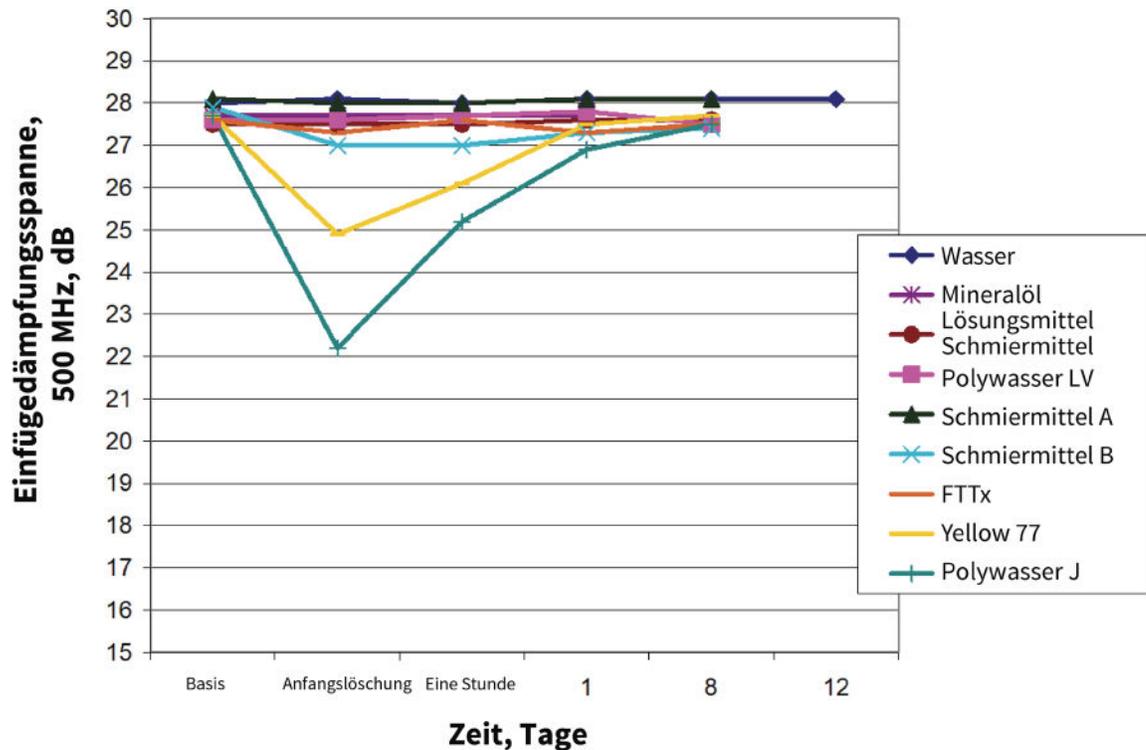


Diagramm 2 – Einfügedämpfung nach Schmiermittelbeschichtung oder Abwischen, 100-Fuß-Kabel, lufttrocken

Bei einigen der wasserbasierten Schmiermittel zeigte die erste Messung einen sofortigen Anstieg der Einfügedämpfung. Andere Schmiermittel zeigen keine Veränderung. Mit der Zeit kehren die Messwerte zum Kontrollwert zurück. Der Unterschied bei der Einfügedämpfung scheint sowohl von der Schichtdicke als auch vom Ionengehalt oder der Polarität des Schmiermittels abzuhängen. Dickere Schmiermittelbeschichtungen weisen eine höhere Einfügedämpfung auf.

Teil B: Neun Schmiermittel, 100-Fuß-Kabel, Durchnässungstest mit Lufttrocknung

Nachdem alle oben genannten Kabel wieder ihre Ausgangswerte (Kontrollwerte) erreicht hatten, wurden die Kabel aufgewickelt und eine Stunde lang in das (gleiche) Schmiermittel getaucht. Die Stecker und etwa ein Fuß jedes Kabels waren nicht eingetaucht. Die Kabel wurden wieder an den Käfig gehängt und belüftet. Die Stecker wurden während des Aufhängens eingewickelt, damit sie nicht verunreinigt wurden, da das Schmiermittel buchstäblich von den Kabeln tropfte. Eine erste Messung wurde kurz nach dem Aufhängen des Kabels durchgeführt. Die Tests wurden in regelmäßigen Abständen durchgeführt, bis sich die Dämpfungsmesswerte stabilisierten.

Die Dicke der Schmiermittelschicht hängt bei diesem Test wiederum von der Gelstärke des Schmiermittels ab. Die Restmenge des Schmiermittels ist bei den dickeren Gel- und Pastenschmiermitteln größer. Alle getesteten Schmiermittel waren flüchtig und verdunsteten schließlich (trockneten aus).

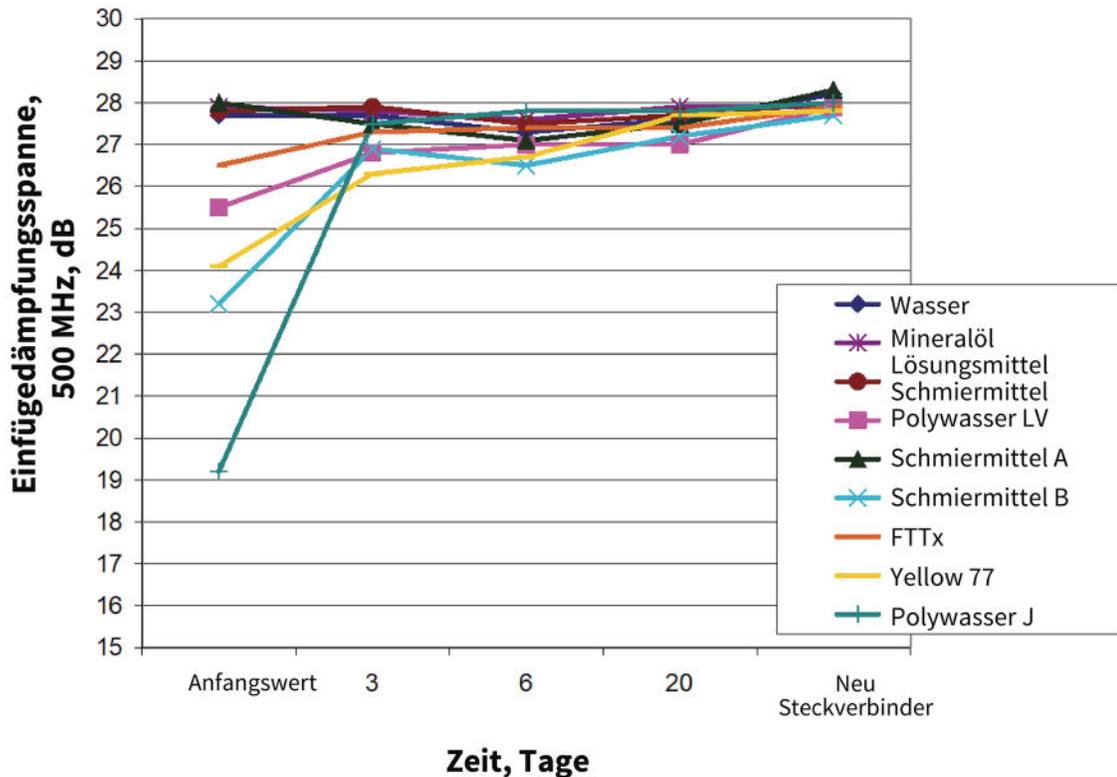


Diagramm 3 – Einfügedämpfung nach einstündigem Eintauchen in das Schmiermittel, 100-Fuß-Kabel, lufttrocken

Nach dem einstündigen Eintauchen ist die Einfügedämpfung etwas höher als bei dem in Teil A verwendeten Wischverfahren (maximal 9 dB gegenüber 6 dB). Entweder die längere Expositionszeit oder die größere Menge wirkten sich stärker auf die Kabeldämpfung aus. Nach nur drei Tagen wiesen die meisten Kabel einen ähnlichen Einfügedämpfungswert auf wie die Kontrollmessung (Anfangswerte aus Teil A). Nach drei Wochen waren alle Kabel wiederhergestellt.

Bei diesem Test zeigten die NEXT- und Rückflussdämpfungstestwerte einige Ausfälle. Es bestand der Verdacht auf eine Kontamination des Steckers. Obwohl dies keine Auswirkungen auf die Einfügedämpfung zu haben schien, wurden alle Steckverbinder nach vierundzwanzig Tagen ausgetauscht, und die endgültigen Werte spiegeln den Test mit neuen Steckverbindern wider.

Teil C: Zwei Schmiermittel, 300-Fuß-Kabel, Wischtest mit Lufttrocknung

Bei diesem Test wurde die Testlänge auf 300 Fuß erhöht. Die Tests wurden auf fünf verschiedene Marken, 4 Kabel der Kategorie 6 und 1 Kabel der Kategorie 5E ausgeweitet. Diese Tests beschränkten sich auf Polywater® J und FTTx Schmiermittel zum Wischen.

Jeder Kabeltyp wurde auf den in Teil A beschriebenen Haltekäfig aufgespannt, und für jedes Kabel wurde ein Basistest als Kontrollvergleich durchgeführt. Die Kabelsegmente wurden großzügig mit Polywater® FTTx Schmiermittel zum Wischen beschichtet. Ein Test wurde sofort und nach einer Stunde durchgeführt. Nach einer Stunde kehrte die Einfügedämpfung auf den Ausgangswert (Kontrollwert) zurück.

Wenn die Kabeldämpfung wieder den Ausgangswert erreicht hatte, wurde sie mit Isopropylalkohol gereinigt und getrocknet. Das Kabelsegment wurde dann großzügig mit

Polywater® J Schmiermitteln bestrichen. Auch hier wurde der diagnostische Test sofort und dann nach einer, vier und vierundzwanzig Stunden durchgeführt.

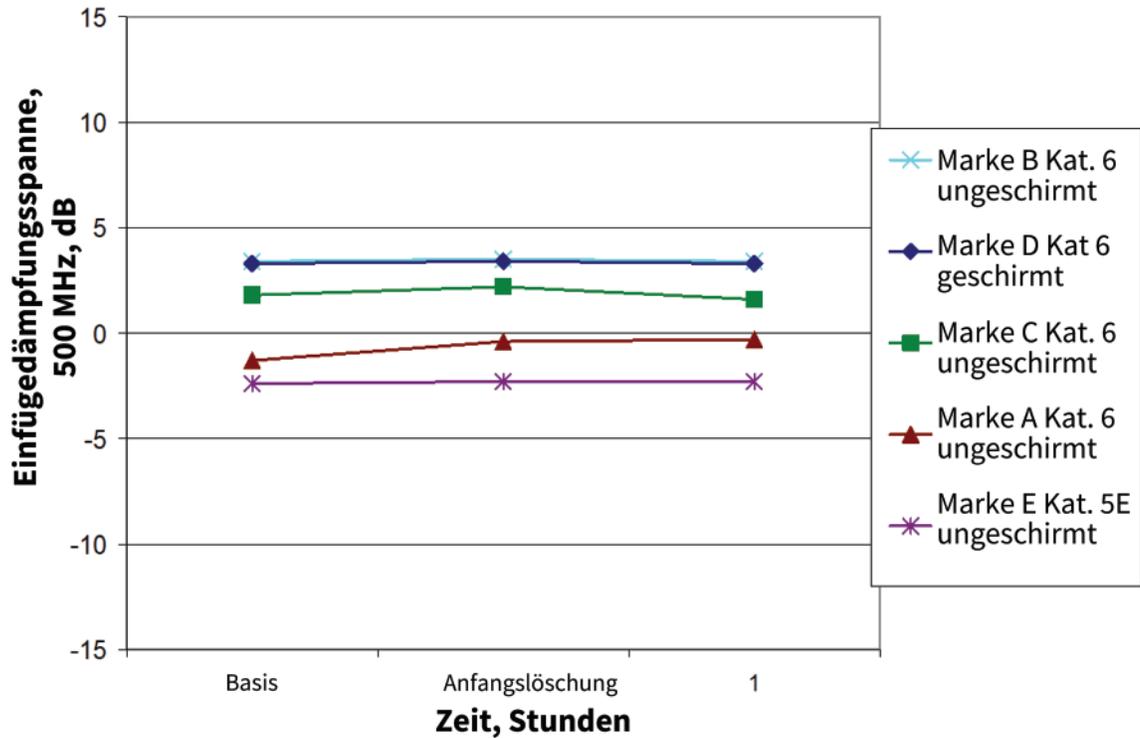


Diagramm 4 – Polywater® FTTx Schmiermittel zum Wischen auf 300-Fuß-Kabel, verschiedene Marken

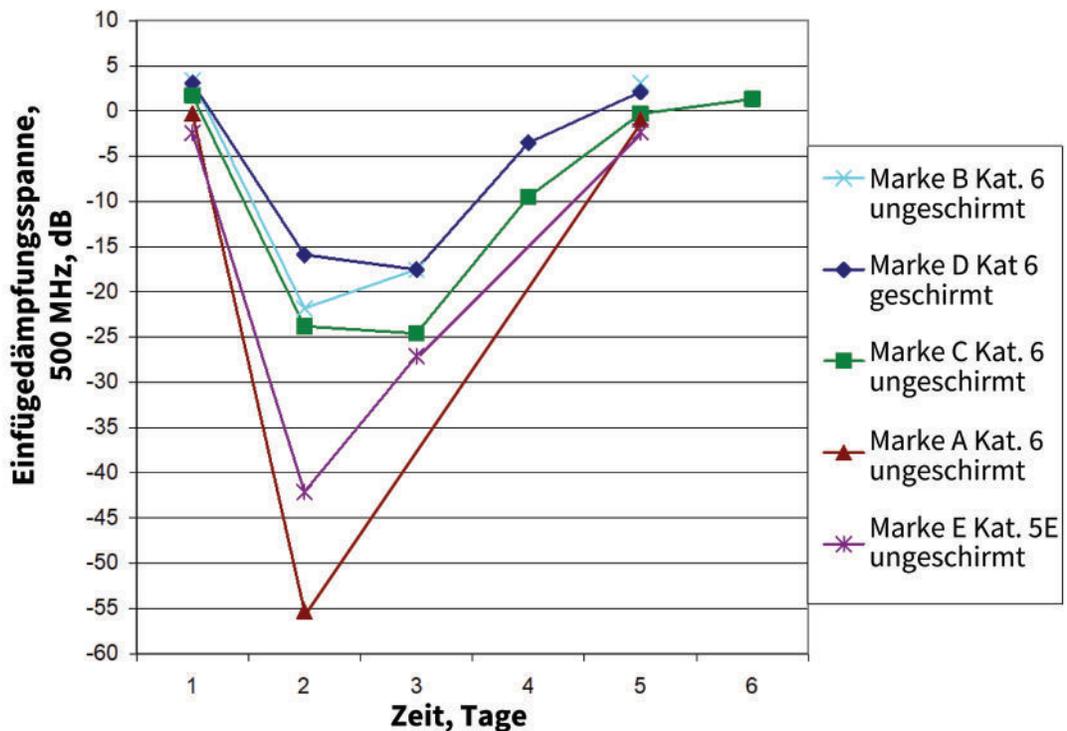


Diagramm 5 – Polywater® J Schmiermittel beschichtet auf 300-Fuß-Kabel, verschiedene Marken

Die längere Testdauer in Verbindung mit den hochfrequenten Vergleichen führt zu einem Beinahe-Versagen, auch ohne Schmiermittelbeschichtung. Es gibt Unterschiede in der Leistung zwischen den einzelnen Kabelmarken. Das Kabel der Marke A, das bei den ersten Tests verwendet wurde, ist tatsächlich am anfälligsten für einen Energieverlust.

Diagramm 3 zeigt, dass das FTTx Schmiermittel nur einen sehr geringen Einfluss auf die Einfügedämpfung hat. Erwartungsgemäß weist das Kat.-5E-Kabel, das für eine niedrigere Frequenz als die anderen Kabeltypen ausgelegt ist, die geringste Basisdämpfung auf.

Die Prüfung mit Polywater® J Schmiermittel (Diagramm 4) zeigt ebenfalls, dass die Änderung der Einfügedämpfung bei größeren Kabellängen übertrieben ist. Die Skala in Diagramm 4 verdeckt die Unterschiede in der Einfügedämpfung der Basislinie. Wie beim 100-Fuß-Test kehrt die Dämpfung nach dem Trocknen des Kabels auf den Normalwert zurück. Selbst bei einer Einfügedämpfung von minus 57 dB bei 500 MHz erreichte das ungeschirmte Kat 6 der Marke A nach einem Tag wieder den Ausgangswert. Die Schmierwirkung ist reversibel und scheint nur dann Energie zu absorbieren, wenn Wasser vorhanden ist.

II. Rohrtest

Teil A: Vier verschiedene Schmiermittel in getrennten, geschlossenen Rohren mit vier Kabelmarken und -typen

Im nächsten Teil des Tests wurden vier Kabel mit Schmiermittel bestrichen und in ein Rohr gezogen. Das Rohr wurde verschlossen, damit das Schmiermittel nicht eintrocknet. Die Kabel (im Rohr) wurden über einen längeren Zeitraum gealtert, und die Diagnostest wurden im Abstand von einer Woche durchgeführt.

Für diesen Test wurde ein Ein-Zoll-Polyethylenkanal in 90-Fuß-Abschnitte geschnitten. Jedes Kabel in diesem Abschnitt der Studie wurde von einem anderen Hersteller geliefert. Getestet wurden geschirmte und ungeschirmte Kabel der Kategorie 5E sowie geschirmte und ungeschirmte Kabel der Kategorie 6. Diese Kabel wurden jeweils in 100-Fuß-Abschnitte geschnitten und an beiden Enden mit einem Extreme 6+ Leviton Steckverbinder verbunden. Für jedes Kabel wurde ein diagnostischer Basislinientest (Kontrolle) durchgeführt. Nach Beendigung des Tests wurde ein Stecker entfernt, um das/die Kabel in ein Rohr ziehen zu können.

Die vier Kabel wurden gebündelt und in das Rohr eingezogen. Bei den Schmiermitteln Polywater® J und Yellow 77® wurde ein Liter Schmiermittel gleichmäßig auf die Kabel aufgetragen, während sie eingezogen wurden. Für das Polywater® FTTx Schmiermittel wurden die vier Kabel gleichmäßig mit vier vorgetränkten Tüchern abgewischt. Für den Wassertest wurde ein Liter Wasser in das Rohr gegeben und gut verteilt, nachdem die vier Kabel in das Rohr eingeführt worden waren. Ausgehend von typischen Feldverfahren sind dies übermäßige Mengen an Schmiermittel/Wasser und stellen ein Worst-Case-Szenario dar. Die Rohre wurden gerade verlegt und es wurde sehr darauf geachtet, die Zugkraft der Kabel zu begrenzen. Ein Spannungsmesser am Zugende registrierte Zugspannungen von weniger als 15 lbf.

Nachdem die Kabel in den Rohren verlegt waren, wurden die Rohrenden mit Kitt verschlossen, um das Rohr vollständig zu verschließen. Die Steckverbinder wurden wieder angebracht, und es wurde sofort ein Diagnostest durchgeführt. Die Rohre wurden dann aufgerollt und für die Langzeitalterung gelagert. Die diagnostischen Tests wurden in Abständen von sieben Tagen durchgeführt.

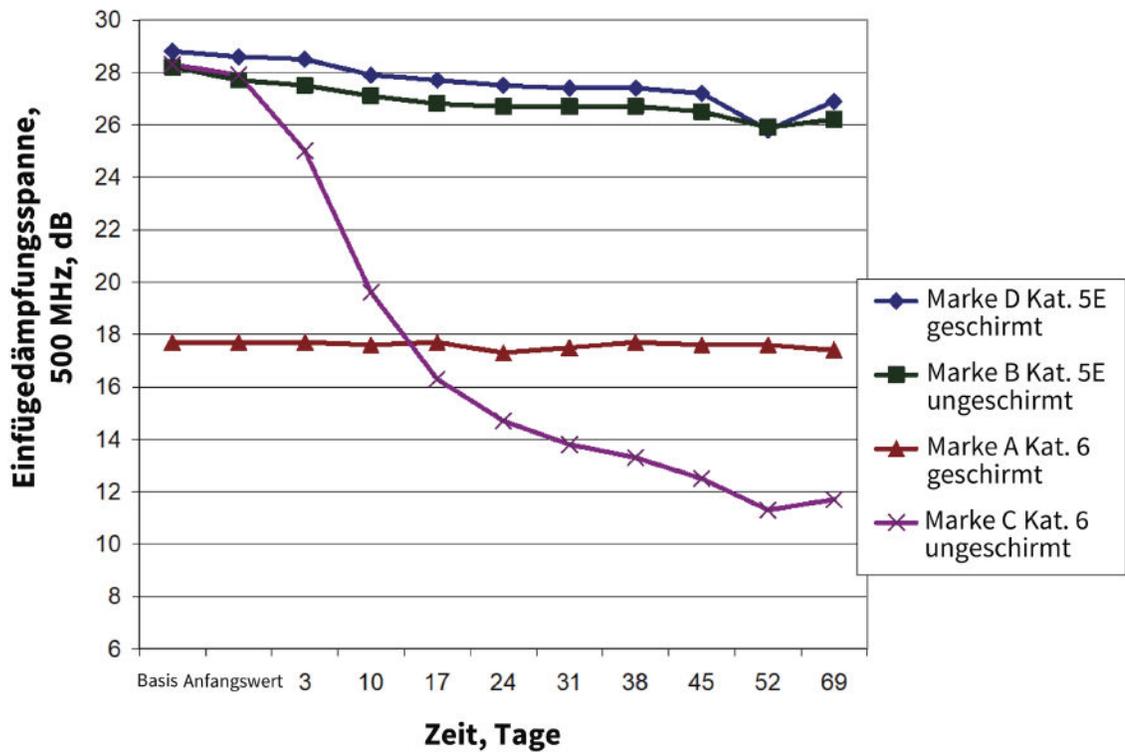


Diagramm 6 – 100-Fuß-Kabelabschnitte in geschlossenem Rohr gefüllt mit Wasser, verschiedene Kabeltypen und -marken

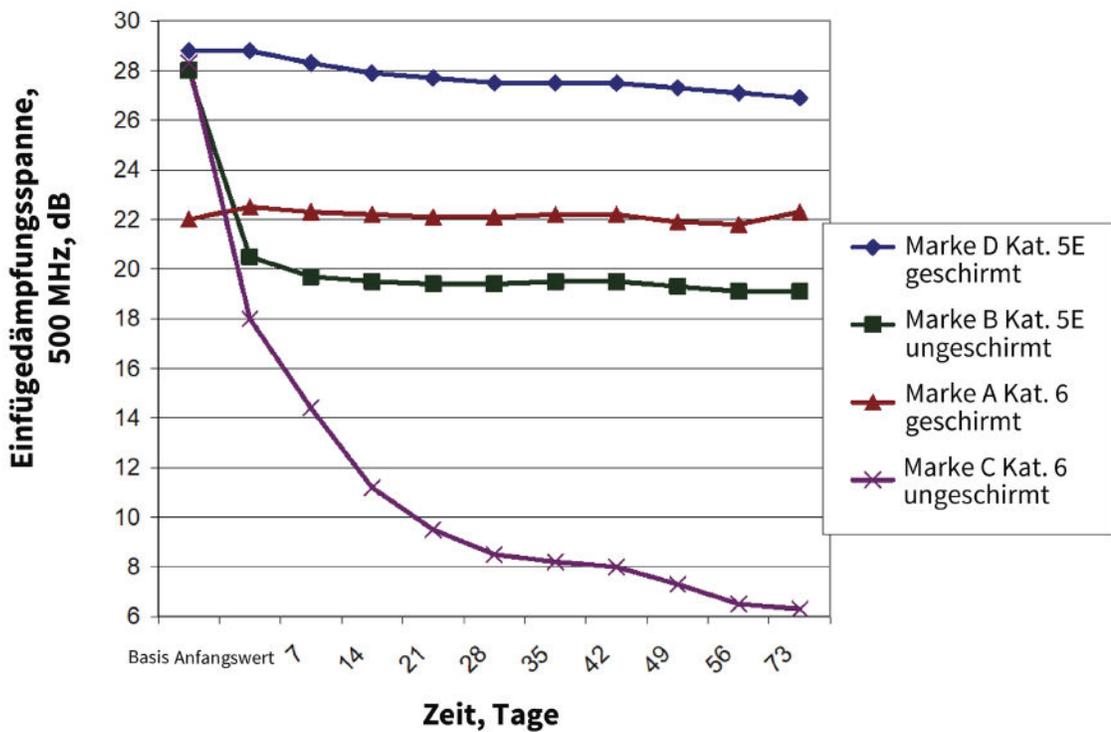


Diagramm 7 – 100-Fuß-Kabelabschnitte, beschichtet mit Polywater® J Schmiermittel, in geschlossenem Rohr, verschiedene Kabeltypen und Marken

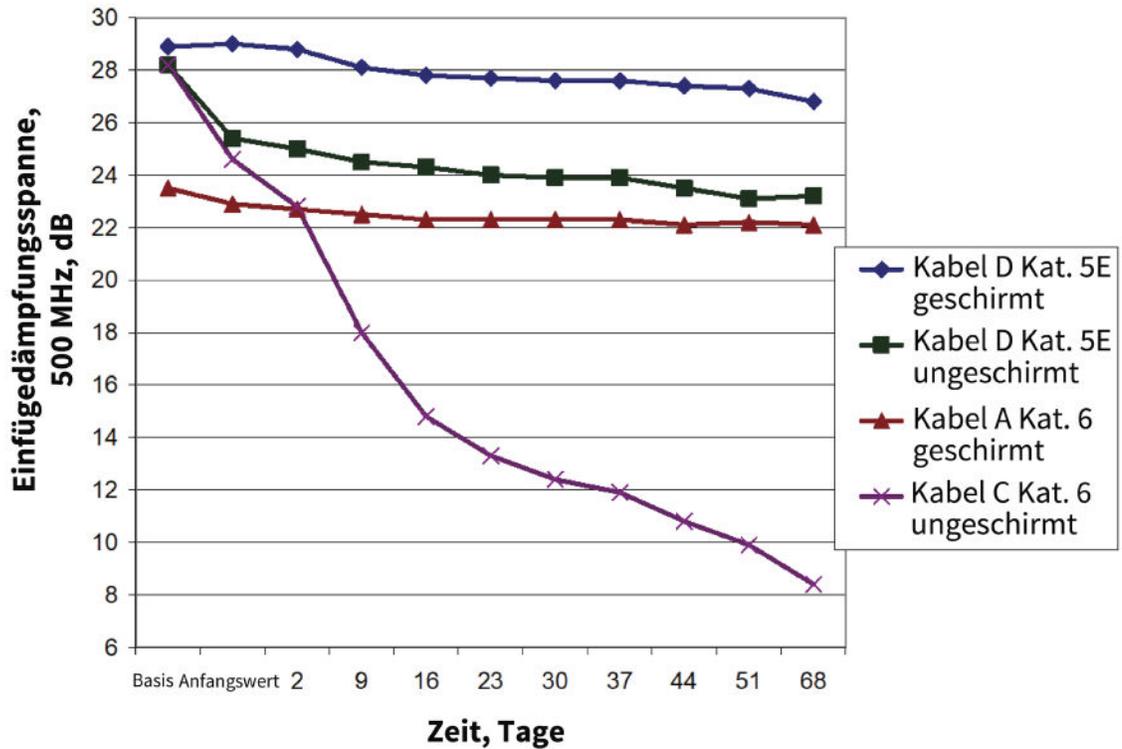


Diagramm 8 – 100-Fuß-Kabelabschnitte, beschichtet mit Ideal Yellow 77® Schmiermittel, in geschlossenem Rohr, verschiedene Kabeltypen und Marken

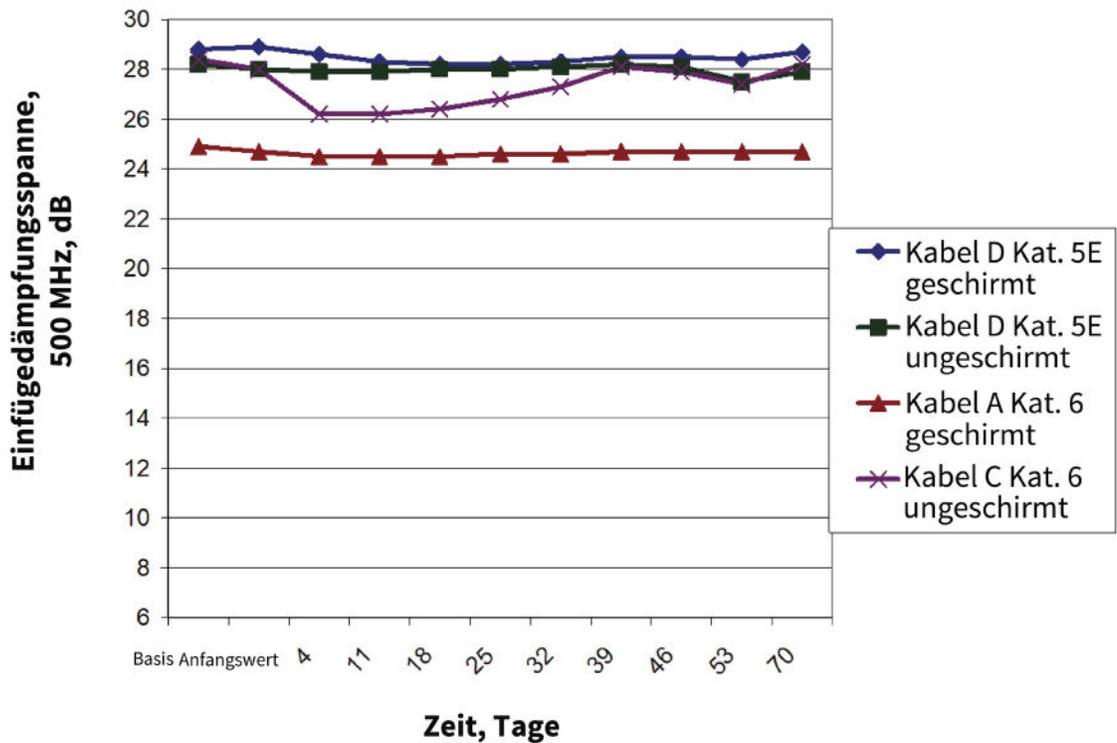


Diagramm 9 – 100-Fuß-Kabelabschnitte, gewischt mit Polywater® FTTx Schmiermittel, in geschlossenen Rohren, verschiedene Kabeltypen und Marken

Mit jedem Schmiermittel – und auch mit Wasser – zeigt ein geschirmtes Datenkabel der Kategorie 6 der Marke A nur geringe Veränderungen der Einfügedämpfung. Die Einfügedämpfungsspanne ist etwas geringer als bei der Basislinie. Dieser Wert variiert von Kabelabschnitt zu Kabelabschnitt (Diagramme 5 bis 8). Diese Abweichungen können mit der Qualität der Verbindung und/oder der Kabelkonstruktion zusammenhängen. Mehrere Versuche, die Verbindungsqualität zu ändern und zu verbessern, hatten keinen Einfluss auf diese Abweichungen.

Wie das geschirmte Kabel der Kategorie 6, Marke D, zeigt auch das geschirmte Datenkabel der Kategorie 5E nur minimale Dämpfungsveränderungen, wenn es den verschiedenen Schmiermitteln und Wasser ausgesetzt wird.

In den Diagrammen 5, 6 und 7 zeigt Marke C, ein nicht abgeschirmtes Kabel der Kategorie 6, eine mit der Zeit zunehmende Einfügedämpfung. Die beiden handelsüblichen Kabelschmiermittel Yellow 77® und Polywater® J weisen eine ähnlichen Einfügedämpfung auf wie die Kontrollmessung bei der Exposition mit Wasser.

In denselben Diagrammen zeigt ein ungeschirmtes Kabel der Kategorie 5E der Marke B einen anfänglichen Anstieg der Einfügedämpfung, wenn es Yellow 77® und Polywater® J ausgesetzt wird, aber keinen Anstieg bei reinem Wasser. Das Kabel weist während der gesamten Testdauer eine minimale Einfügedämpfung auf.

Diagramm 8 zeigt eine minimale Abweichung der Einfügedämpfung von der Basislinie für alle Kabel, die der dünnen Beschichtung durch Polywater® FTTx Schmiermittel zum Wischen ausgesetzt waren. [Dieser Test bestätigt die Hypothese, dass eine dünne Schicht eines Schmiermittels mit korrekter Formulierung nur minimale Auswirkungen auf die Signaleigenschaften des Hochfrequenz-Datenkabels hat.

Diese Daten deuten darauf hin, dass geschirmte Kabel weniger durch Schmiermittel und Wasser beeinträchtigt werden. Überraschenderweise scheint die Einfügedämpfung bei Kategorie 6 größer zu sein als bei Kategorie 5E. Diese Unterschiede können jedoch auch auf Unterschiede zwischen den Marken zurückzuführen sein, wie die Tests unter II.B zeigen.

Teil B: Polywater® FTTx und Wasserkontrolle in separaten, geschlossenen Rohren, sechs Kabelmarken

Im nächsten Teil der Prüfung wurden sechs Kabel gebündelt, mit Schmiermittel bestrichen und in das Rohr eingezogen. Vier Kabel waren ungeschirmte Kabel der Kategorie 6 von vier verschiedenen Herstellern. Die beiden anderen Kabel waren ein Kabel der Kategorie 5E und ein erweitertes Kabel der Kategorie 6A. Wie zuvor wurde das Rohr verschlossen, damit das Schmiermittel nicht eintrocknet. Die Kabel (im Rohr) wurden über einen längeren Zeitraum gealtert, und die Diagnostiktests wurden im Abstand von einer Woche durchgeführt.

Die Vorbereitungs- und Testverfahren entsprachen denen des obigen Teils A. Die Kabel wurden gleichmäßig mit vier vorgetränkten Polywater® FTTx Schmiermitteln zum Wischen abgewischt. Für die Wasserkontrolle wurde ein Liter Wasser in das Rohr gegeben und gut verteilt, nachdem die Kabel in das Rohr eingeführt worden waren.

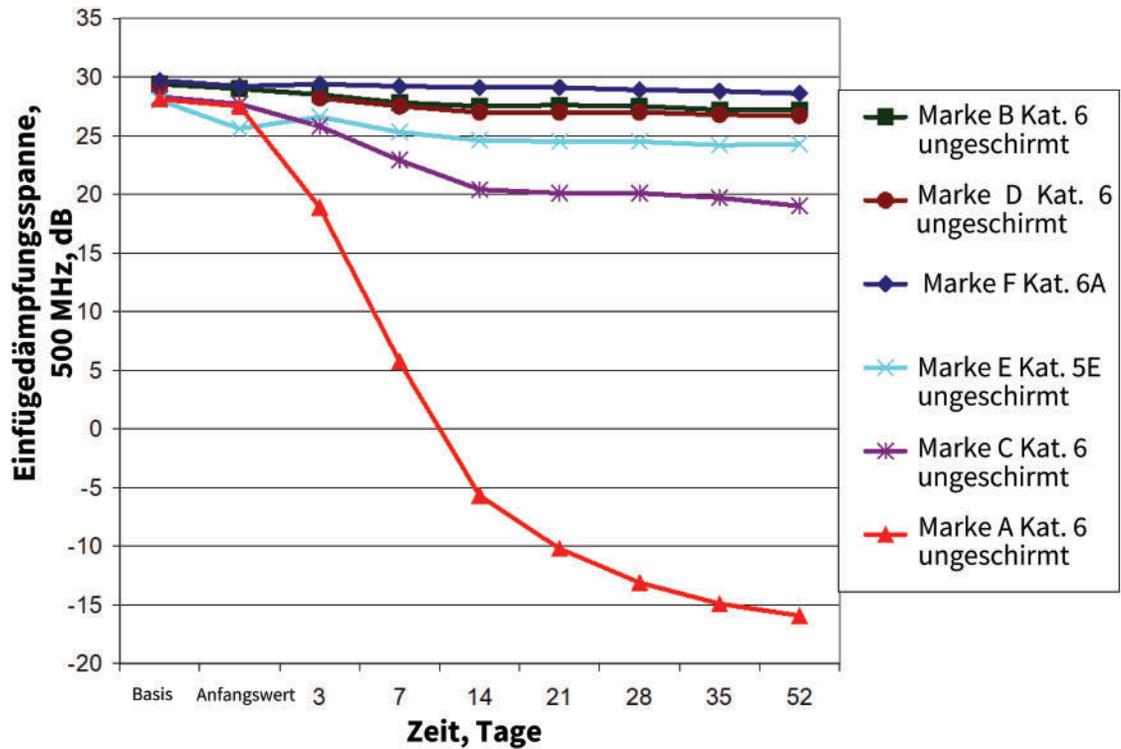


Diagramm 10 – 100-Fuß-Kabelabschnitte in geschlossenem Rohr gefüllt mit Wasser, mehrere Kabelmarken

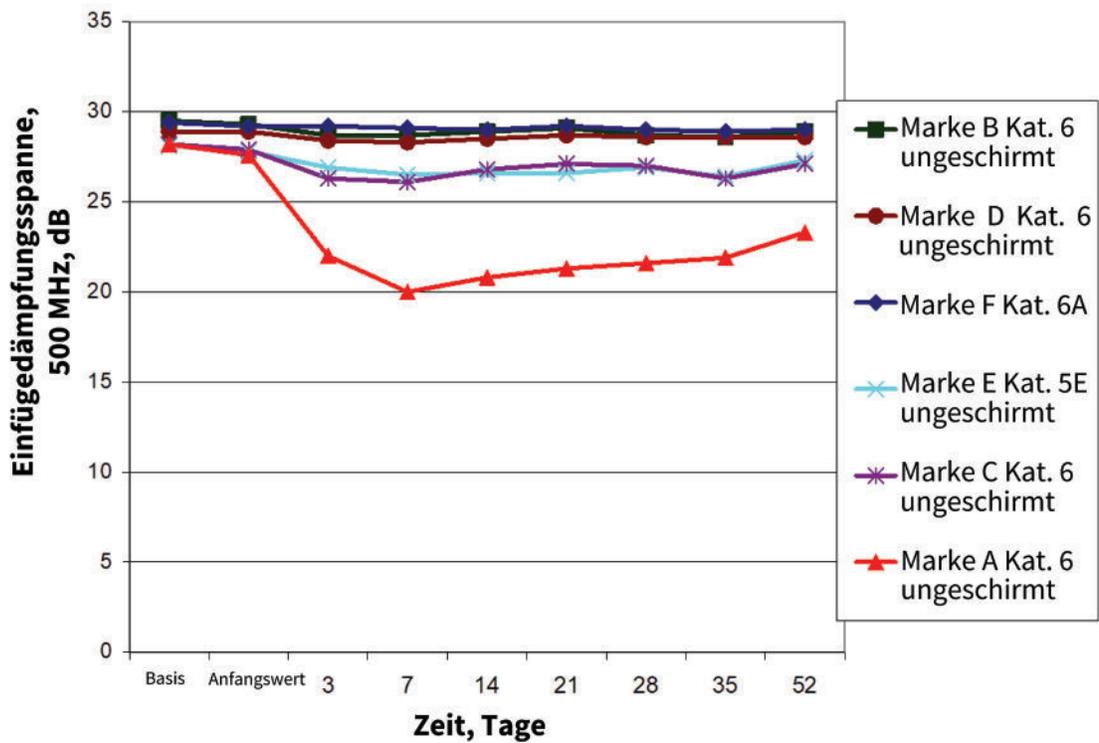


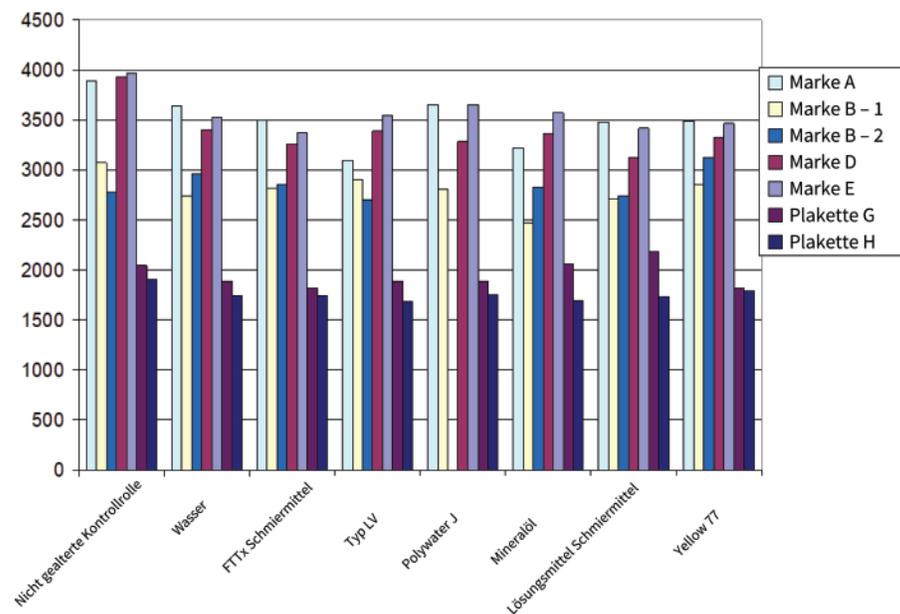
Diagramm 11 – 100-Fuß-Kabelabschnitte, gewischt mit Polywater® FTTx Schmiermittel, in geschlossenem Rohr, mehrere Kabelmarken

Die Auswirkung von Wasser auf die Einfügedämpfung ist bei diesem Test je nach Kabelmarke unterschiedlich. Marke A zeigt einen hohen Anstieg der Einfügedämpfung. Marke C zeigt einen etwas geringeren Anstieg der Dämpfung als bei Teil A, obwohl der Unterschied durch die veränderte Skalierung des Diagramms übertrieben wird. Die Marken E, B, D und F zeigen die geringsten Auswirkungen von Wasser.

Die dünne Beschichtung mit Polywater® FTTx Schmiermitteln minimiert die Auswirkungen von Materialien auf Wasserbasis auf die Dämpfung. Während die Einfügedämpfung bei Exposition mit dem FTTx Schmiermittel nach etwa einer Woche seinen Höhepunkt zu erreichen scheint (Diagramm 11), zeigen die Kabel, die Wasser ausgesetzt waren, über die Dauer des Tests weiterhin einen Anstieg der Dämpfung (Diagramm 10).

III. Materialprüfung

In diesem Abschnitt der Prüfung wurden vom Kabelhersteller Plaketten des Mantelmaterials zur Verfügung gestellt. Außerdem wurde der Kabelmantel von geschirmten Kabeln mit größerem Durchmesser entfernt. Die Probekörper werden mit der ASTM-Matrize C für das Mantelmaterial und der Matrize D für die Plaketten in „Hundeknochen“-Formen geschnitten. Die Zug- und Dehnungseigenschaften wurden mit einem Instron-Zugprüfgerät gemäß ASTM D412 geprüft. Die Probekörper wurden sieben Tage lang bei 50 °C in die aufgeführten Schmiermittel getaucht und gealtert. Die Probekörper wurden aus dem Schmiermittel genommen, gespült und trocken getupft. Vor dem Test durften die Proben vierundzwanzig Stunden lang ruhen. Bei keiner der Proben wurde eine signifikante Gewichtsveränderung festgestellt.



**Diagramm 12 – Zugprüfung,
mehrere Kabelmantelmaterialien und Schmiermittel**

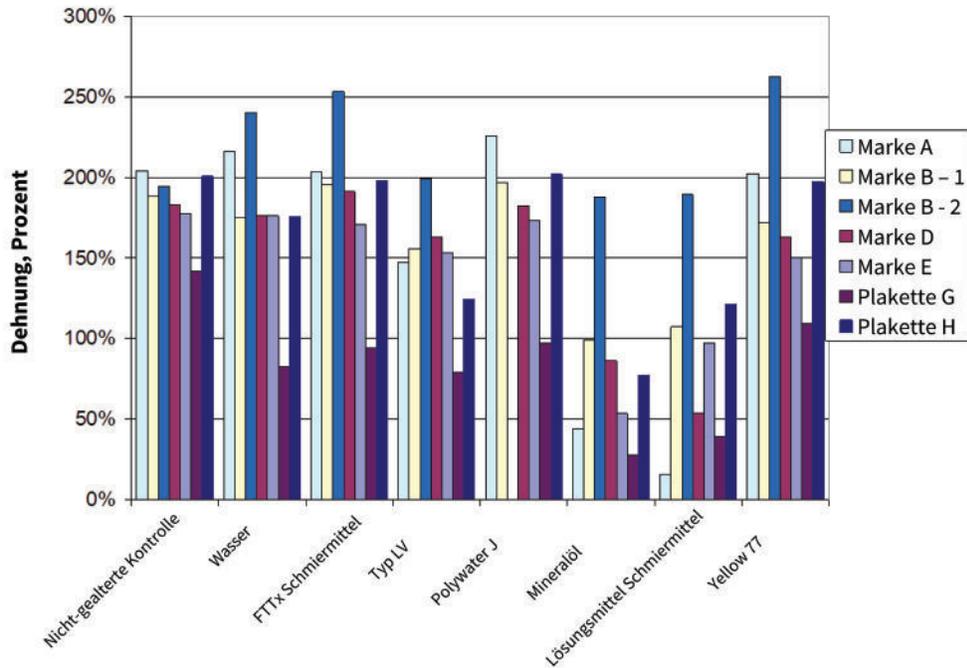


Diagramm 13 – Dehnungsprüfung, mehrere Kabelmantelmaterialien und Schmiermittel

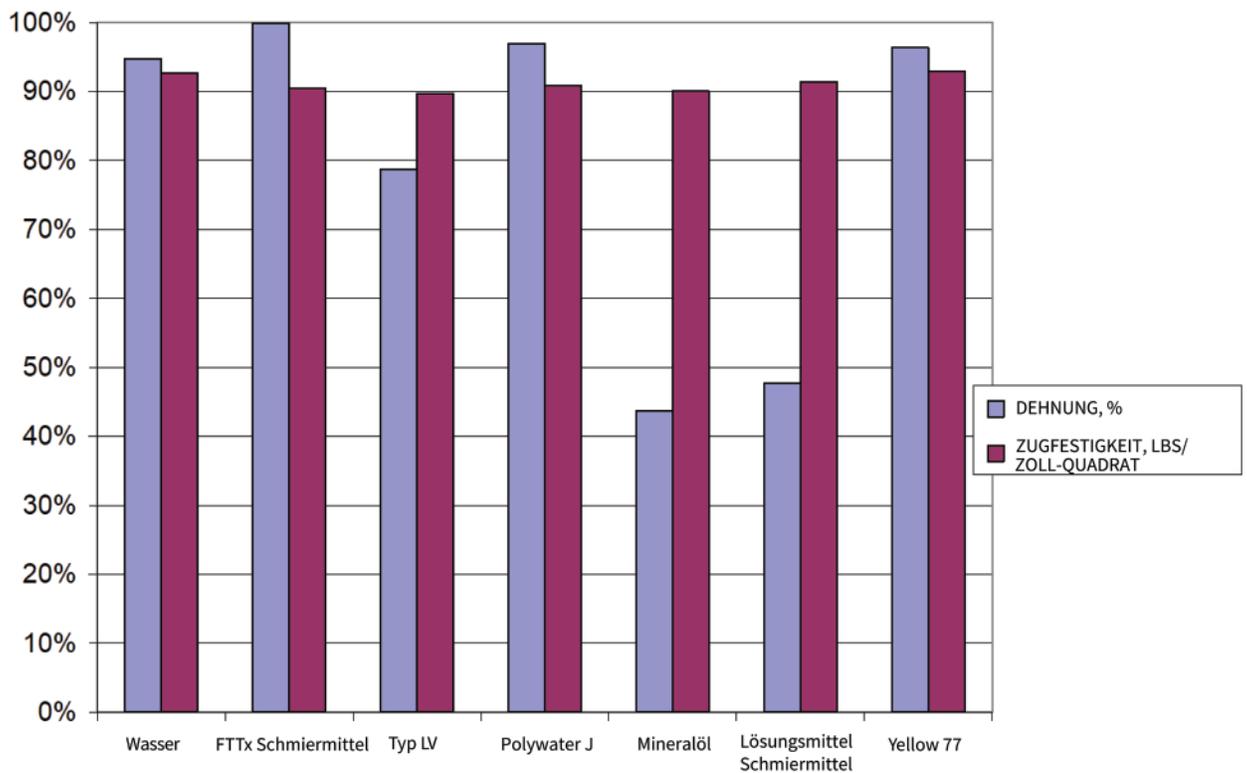


Diagramm 14 – Durchschnittliche Zug- und Dehnungswerte Vergleich zur unbehandelten Kontrolle

Während die herkömmlichen Einzugschmiermittel nur minimale Auswirkungen auf die physikalischen Eigenschaften der Kabelmantel zeigen, ist die Verringerung der Dehnungseigenschaften bei den in Mineralöl und einem Lösungsmittelbasierten Schmiermittel gealterten Proben auffällig. Dies ist aus den prozentualen Vergleichen in Diagramm 13 leicht zu erkennen. Die Proben mit geringer Dehnung waren sehr spröde und konnten leicht brechen.

IV. Reibungsprüfung

Jedes Kabel wurde auf „Mantelreibung“ ohne Schmiermittel und mit der Beschichtung von drei verschiedenen Schmiermitteln getestet. Es wurde eine Abwandlung einer der üblichen Techniken von American Polywater verwendet. Das Kabel wurde in ein 3/4-Zoll-EMT-Rohr mit zwei 90°-Biegungen eingezogen. Am Kabelende wurde ein Rückengewicht angebracht, und das andere Ende war an einer Kabelspillwinde befestigt, deren Kraft mit einer Inline-Kraftmessdose gemessen wurde. Das Kabel wurde mit gleichmäßiger Geschwindigkeit gezogen, und die Zugkraft wurde in Abständen von 0,5 Sekunden gemessen. Der Reibungskoeffizient kann aus der Zugkraft und der Rückenspannung bestimmt werden. Dies wurde mit der Pull-Planner™ 2000 Kabelspannungsberechnungs-Software berechnet.

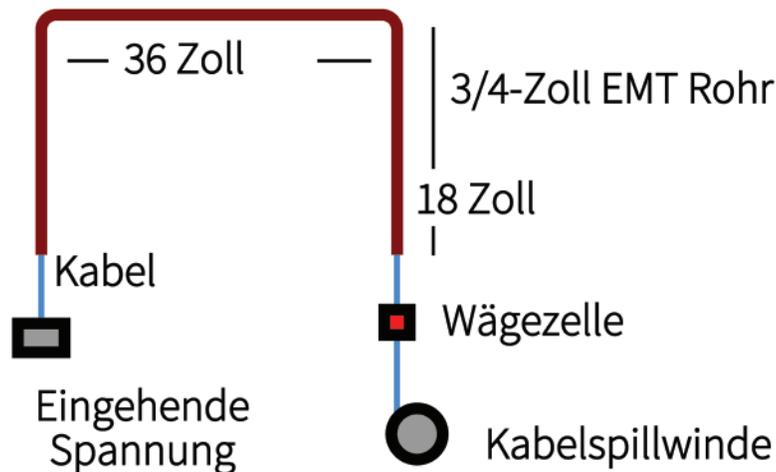


Diagramm 2 – Reibungsprüfgerät

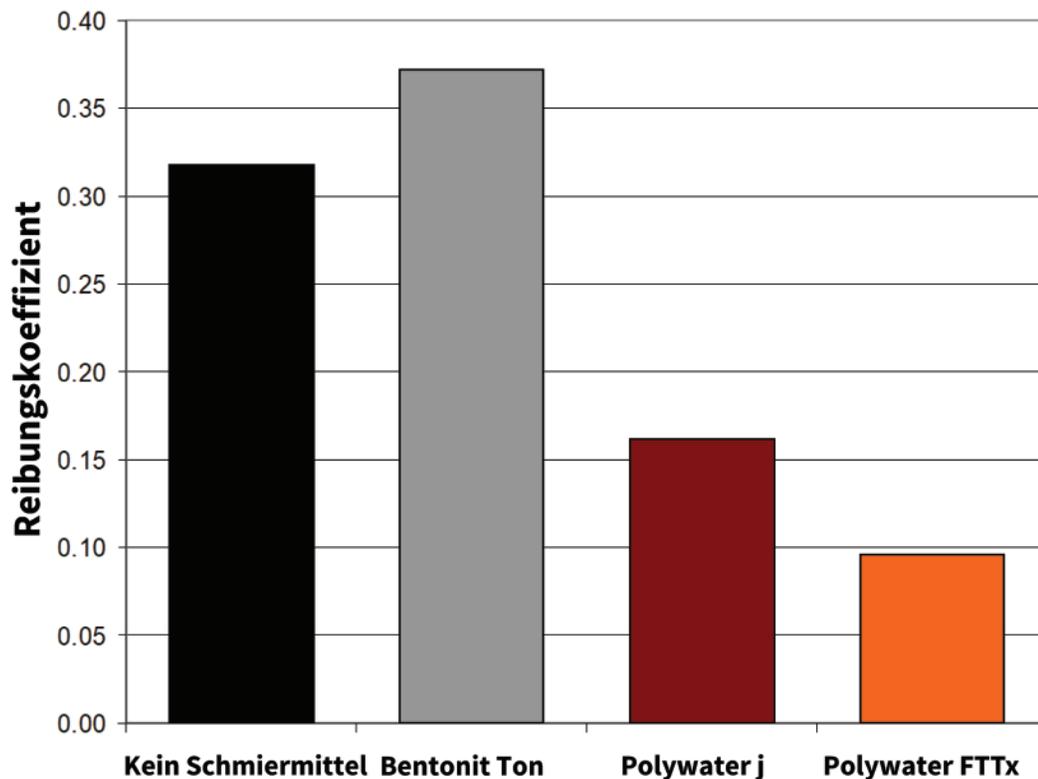


Diagramm 15 – Durchschnittlicher Reibungskoeffizient, sechs Hochleistungsdatenkabel, verschiedene Schmiermittel

Die Trockenschmiermittel wirken nicht als Schmiermittel für das Einziehen von Kabeln. Sowohl das Polywater® J Schmiermittel als auch das FTTx Schmiermittel wurden für eine optimale Reibungsreduzierung formuliert. Diese Tests bestätigen die reibungsmindernden Eigenschaften des FTTx Schmiermittels. Selbst bei einer sehr dünnen Schicht reduziert dieses Schmiermittel die Spannungen drastisch.

Die Bedeutung der Zahlen der Reibungskoeffizienten ist nicht intuitiv. Die nachstehende Tabelle zeigt die projizierten Spannungen bei einem Zug von 300 Fuß mit den oben gemessenen Reibungen. Es werden zwei Szenarien vorgestellt. Die erste ist die TIA-Höchstgrenze von zwei (gleichmäßig angeordneten) 90-Grad-Bögen in der Strecke. Die zweite ist die NEC maximal vier 90-Grad-Biegungen (gleichmäßig verteilt) in der Bahn.

| Schmiermittel | Spannung (TIA) 300 Fuß – 2 90°-Biegungen | Spannung (NEC) 300 Fuß – 4 90°-Biegungen |
|--------------------|---|---|
| Ohne Schmiermittel | 27 lbf | 76 lbf |
| Trockener Lehm | 32 lbf | 102 lbf |
| Polywater® J | 17 lbf | 28 lbf |
| Polywater® FTTx | 14 lbf | 18 lbf |

Zusammenfassung

Es hat sich gezeigt, dass handelsübliche Schmiermittel zum Einziehen von Kabeln die Dämpfung von Datenkabeln bei hohen Frequenzen beeinflussen. Das Ausmaß des Effekts ist je nach Kabelmarke sehr unterschiedlich. Die Dämpfung nimmt auch bei reinem Wasser und anderen polaren Flüssigkeiten und Ölen zu.

Im Handel erhältliche Zugschmiermittel sind für den Durchgang durch das Rohr auf dem Kabel bestimmt und bestehen im Allgemeinen aus Gelen oder Pasten. Sie überziehen das Kabel mit einer dicken Schicht. Solche schweren Schmiermittelbeschichtungen scheinen die Einfügedämpfung zu erhöhen. Speziell formulierte Schmiermittel, die für ultradünne Beschichtungen entwickelt wurden, weisen nur sehr geringe Verluste auf.

Die Verwendung von nicht-polaren Ölen oder Fetten wie Mineralöl oder Vaseline® beeinträchtigt nachweislich die physikalischen Eigenschaften des Kabelmantels, insbesondere die Dehnung. Solche Öle sind als Einzugschmiermittel für diese Kabel nicht geeignet.

Die untersuchten „trockenen“ Schmiermittel verringerten die Reibung im Vergleich zu einer ungeschmierten Ummantelung bei Kabeleinzugtests nicht. Da die Hauptfunktion eines Schmiermittels darin besteht, die Reibung zu verringern, ist die Verwendung eines „trockenen“ Schmiermittels inakzeptabel. Für lange und/oder mehrfach gebogene Rohre sind Hochleistungsschmiermittel, die die Reibung erheblich reduzieren, eine absolute Notwendigkeit.

Speziell formulierte „Dünnschicht“-Schmiermittel funktionieren gut auf den Hochfrequenz-Datenkabeln und verringern die Reibung mit nur geringen Mengen an Schmiermittel. Es hat sich gezeigt, dass diese Art von Schmiermittel nur minimale Auswirkungen auf die Datenübertragungskapazität der Hochleistungskabel hat und die physikalischen Eigenschaften des Kabelmantelmaterials nicht beeinträchtigt. Die Realisierbarkeit dieser Lösung muss durch eine zusätzliche Bewertung bei tatsächlichen Installationen vor Ort bestätigt werden.

Anmerkung: DTX Series CableAnalyzer™ ist eine Marke von Fluke Networks
Yellow 77® ist eine eingetragene Marke von Ideal Industries, Inc.
Vaseline® ist eine eingetragene Marke von Unilever

Anhang A – Ausgabeseite vom Fluke DXT-1800 Tester



Kabel-ID: J Baseline Air Dry

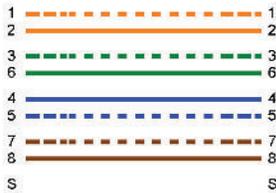
Test Summary: PASS

Datum/Uhrzeit: 09/21/2006 04:14:38pm
 Übersteuerungsreserve: 4,9 dB
 (NÄCHSTE 45-78) Testgrenze: TIA
 AugCat 6 PL dr 3.0 Kabeltyp: Kabel
 A Kat. 6

Betreiber: American Polywater
 Softwareversion: 1,3100
 Begrenzte Version: 1,0200
 NVP: 70,0 %

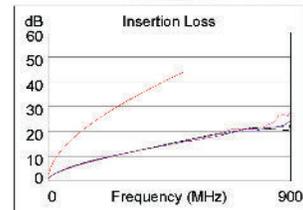
Modell: DTX-1800 Haupt-Seriennummer: 9041009
 Fernbedienungs-Seriennummer: 9041010
 Hauptadapter: DTX-PLA001
 Fernbedienungsadapter: DTX-PLA001

Verkabelungsplan (T568B) BESTANDEN

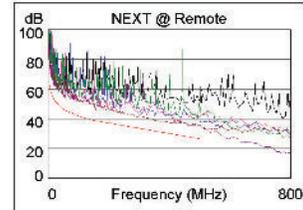
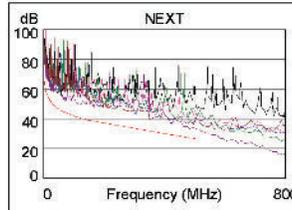


Length (ft), Limit 295 [Paar78] 100
 Prop. Delay (ns), Limit 498 [Paar 45] 152
 Delay Skew (ns), Limit 44 [Paar 45] 7
 Resistance (ohms) [Paar12] 4.9

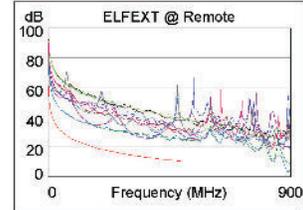
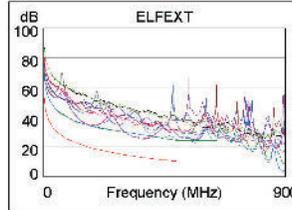
Insertion Loss Margin (dB) [Paar 45] 27.7
 Frequency (MHz) [Paar 45] 500.0
 Limit (dB) [Paar 45] 43.8



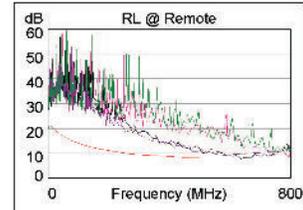
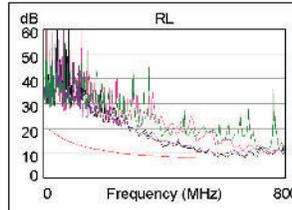
| BESTANDEN | Worst Case Margin | | Worst Case Value | |
|----------------------|-------------------|-------|------------------|-------|
| | MAIN | SR | MAIN | SR |
| Schlechtestes Paar | 36-45 | 45-78 | 36-45 | 36-45 |
| NÄCHSTES (dB) | 6.1 | 4.9 | 6.1 | 5.4 |
| Freq. (MHz) | 486.0 | 351.0 | 487.0 | 490.0 |
| Grenzwert (dB) | 27.1 | 31.7 | 27.0 | 26.9 |
| Schlechtestes Paar | 36 | 45 | 45 | 45 |
| PSNEXT (dB) | 6.8 | 6.0 | 7.0 | 6.0 |
| Freq. (MHz) | 480.0 | 490.0 | 498.0 | 490.0 |
| Grenzwert (dB) | 24.4 | 24.1 | 23.8 | 24.1 |



| BESTANDEN | Worst Case Margin | | Worst Case Value | |
|----------------------|-------------------|-------|------------------|-------|
| | MAIN | SR | MAIN | SR |
| Schlechtestes Paar | 45-12 | 12-45 | 36-45 | 45-36 |
| ELFEXT (dB) | 12.0 | 12.1 | 13.7 | 13.8 |
| Freq. (MHz) | 358.0 | 356.0 | 500.0 | 500.0 |
| Grenzwert (dB) | 13.1 | 13.2 | 10.2 | 10.2 |
| Worst Pair | 45 | 45 | 45 | 45 |
| PSELFEXT (dB) | 12.6 | 12.8 | 12.6 | 12.8 |
| Freq. (MHz) | 386.0 | 377.0 | 389.0 | 378.0 |
| Grenzwert (dB) | 9.5 | 9.7 | 9.4 | 9.6 |



| BESTANDEN | Worst Case Margin | | Worst Case Value | |
|--------------------|-------------------|-------|------------------|-------|
| | MAIN | SR | MAIN | SR |
| Schlechtestes Paar | 36 | 45 | 36 | 45 |
| RL (dB) | 3.7 | 2.3 | 3.7 | 2.3 |
| Freq. (MHz) | 474.0 | 488.0 | 474.0 | 488.0 |
| Grenzwert (dB) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |



Project: DEFAULT
 Site: air dry

Cat 6 test DTX-1800.flw

