

Jetzt gut geschirmte
Kabel nutzen:

Montage-Tipps für Sat-Profis

Die Notwendigkeit der Verwendung von möglichst hoch abgeschirmten Kabeln und Steckverbindern ergibt sich aus der steigenden Verbreitung von elektromagnetischen Störquellen, die den Fernsehempfang beeinträchtigen können. Sie ergibt sich aber auch aufgrund der Abstrahlung elektromagnetischer Energie durch Telekommunikationsnetze selbst.

Manch Stammleser der INFOSAT wird sich fragen, warum auch in dieser Ausgabe wieder auf der Nutzung hochwertiger Steckverbindungen und Koaxialkabel „herumgeritten“ wird. Leserbriefe an die Redaktion, aber auch Gespräche mit Fachhändlern oder Großhändlern verdeutlichen uns aber die Notwendigkeit, diese Thematik aufzugreifen. Wir hoffen und glauben zudem, dass auch dem Leser der Artikel vorangegangener Ausgaben interessante weitergehende Aspekte der Thematik in diesem Artikel verdeutlicht werden. Zugleich soll der Ar-

tikel auch als Hilfestellung für Einsteiger oder Nichtexperten dienen, der Qualität von Steckverbindungen und Signalverbindungen eine hohe Aufmerksamkeit zu schenken. Das Thema HF-Dichtigkeit und Abschirmung von Telekommunikationsnetzen erfährt in Zeiten erhöhter Nutzung der Frequenzen im Telekommunikationsbereich durch Funkdienste und kabellose Übertragungen sowie deren Ober- und Nebenwellenaussendungen einen erhöhten Stellenwert. Dabei sind nicht nur die Störfestigkeit des jeweiligen anfälligen Hochfrequenz-Netzes, sondern zudem die Störstrahlung des Telekommunika-

tionsnetzes selbst zu betrachten. Auch Störspannungen werden zum immer häufiger auftretenden Problem, da die Kopplung unterschiedlicher Netze (Stromnetze, Datennetze mit Telekommunikationsnetzen – auch bei Satanlagen) sich beispielsweise durch die PC-Nutzung häufen. In diesem Artikel soll aber die Bedeutung der Störfestigkeit zur Erhaltung der Qualität der übertragenen Dienste sowie die Störstrahlung als ernst zu nehmende Gefahr der Störung von Sicherheits-Funkdiensten oder weiteren Netzen durch elektromagnetische Kopplung mit Praxismessungen bezüglich Steckverbindungen erläutert werden.

Praxisbeispiel: Schirmungsloch verursacht Kosten

Zur Störfestigkeit eines Telekommunikationsnetzes ein Beispiel aus der Praxis (aus vertrauensschutz- und datenschutzrechtlichen Gründen sehr verkürzt dargestellt). In einem Privatkabelnetz mit Kabelkopfstation und geschalteten Abzweigern gab es bald nach Inbetriebnahme merkwürdige Aussetzer. Letztere traten in unregelmäßigen Abständen und an verschiedenen Orten innerhalb des Netzes auf. Es ließen sich im Spektrum-Analysator im niederen Hochfrequenzbereich sporadisch auftretende Störspitzen erkennen, deren Herkunft und Störpotenzial aber eben auch aufgrund der Kurzzeitigkeit des Auftretens maximal erahnt werden konnte. Als Fehlerquelle ließ sich schließlich ein einziger! F-Aufdrehstecker ermitteln, der provisorisch bei einem Zwischenverbindungskabel in einem Technikraum genutzt wurde (das ganze Netz war ansonsten vorbildlich mit F-Kom-

pressionsstecker versehen, ohne selbstverschuldete Fehlanpassungen und schließlich weitgehend auch vor HF-Einstrahlungen geschützt). In diese F-Stecker-Verbindung hatte es sprichwörtlich „hineingefunkt“. Die Ursache der Störfrequenz, die schließlich die Aussetzeffekte in den digital gesteuerten Abzweigern verursachte, ließ sich unter anderem auch aus Zeitgründen nicht ermitteln. Das Verbindungskabel wurde durch ein handgefertigtes, beiderseitig mit hochwertigen Kompressions-F-Steckern bestücktes Kabelstück ersetzt und zum Glück für den Errichter der Anlage und auch den fehlersuchenden Techniker traten dann die Aussetzfehler fortan auch nicht mehr auf. Aber das etwa ein Meter lange fehlerverursachende Verbindungskabel mit einseitig montiertem F-Aufdrehstecker (auf der anderen Seite war eine hochschirmende gepresste Steckverbindung montiert) wurde zumindest genauer unter die Lupe genommen – mit einem wirklich überraschenden Ergebnis: Das Koaxialkabel selbst war hochwertig, neu und bis auf die üblichen Montageeinwirkungen unbeschädigt. Der F-Aufdrehstecker war in die mittlere Qualitäts-Klasse einzuordnen, er wurde vom Installateur auch ordentlich montiert (auch ohne freiliegende herausstehende Geflechtsdrähte als Antennen), er passte auch zum Koaxialkabel und saß absolut fest. War dem entsprechenden Installateur also ein Vorwurf zu machen? Ja und Nein gleichzeitig. Aber als Konsequenz wird er sich der Wichtigkeit von Steckverbindungen als Störquelle gemerkt haben, er wird wohl möglichst den Einsatz von F-Aufdrehsteckern vermeiden, vermutlich wird er für Notlösung und Sonderfälle sich mittlerweile die besten seitens seiner Vorlieferanten verfügbaren F-Aufdrehstecker und einen Drehmomentschlüssel besorgt haben. Auch die Störfestigkeit eines Kabelnetzes wird ihm zumindest zukünftig ein bekannter Begriff sein.

Tipps für Installateure

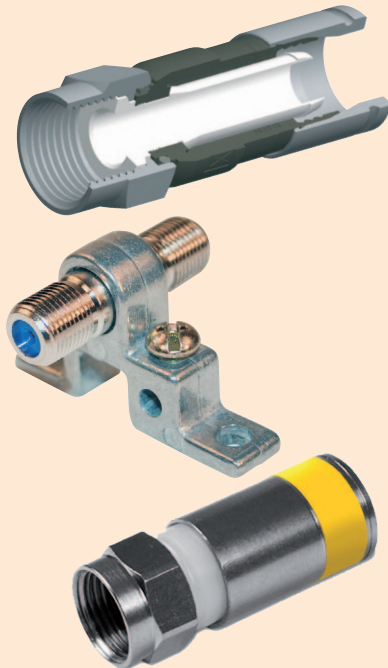
- Nutzen Sie hochwertiges Koaxialkabel
- Steigen Sie, falls noch nicht geschehen, auf Kompressionsstecker um
- Nutzen sie geeignetes Werkzeug
- Ein Drehmomentschlüssel ist eine notwendige Investition
- Bei Altkabeln gilt im Zweifel immer: Austauschen vor Risiko
- Informieren Sie sich über EMV, SchutzSEV

Koaxialkabel-Tipps für Verbraucher

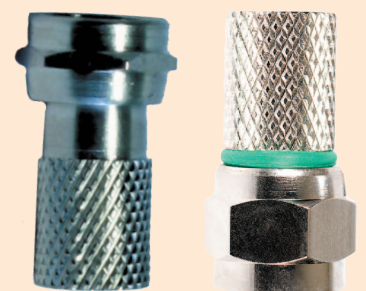
- Kaufen Sie hochwertiges Koaxialkabel
- Kaufen Sie Markenware im Fachhandel
- Es gibt kein Schnäppchen-Koaxialkabel!
- Es gilt klar die Beziehung: **gutes Kabel > hoher Preis**
- Datenblattvergleich ist für Laien verschwendete Zeit, denn selbst wenn technische Werte vergleichbar erscheinen (Expertenstatus), so sind die Material- und Produktionseigenschaften noch lange nicht alle damit abgedeckt (bspw. Dielektrizitätskonstanten des Isolationsmaterials)
- Standard-Durchmesser ist 6,8-7,2 mm Außendurchmesser
- Dünnere Außendurchmesser nur bei Montagenotwendigkeit nutzen
- Kaufen Sie passende F-Stecker zum jeweiligen Kabel
- Achten Sie auf die Qualität der F-Stecker / Verbinder
- Unterschreiten Sie beim Verlegen nicht das minimale Biegemoment



F-KPS 32 F-KPS 37 F-KPS 49 F-KPS 51
Kompressions-F-Stecker von Interkabel mit gleicher Baulänge für verschiedene Kabeldurchmesser (Zange muss nicht „eingestellt“ werden)

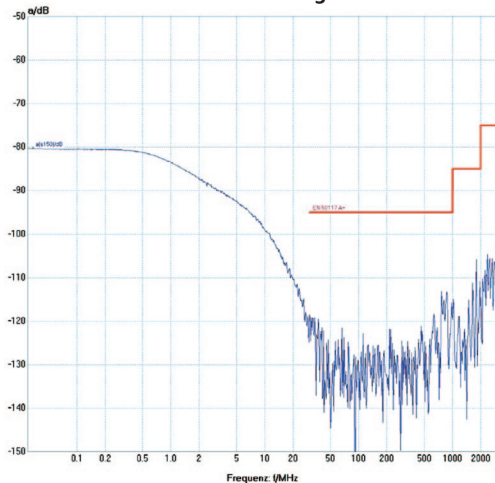


Kompressions-F-Stecker und hochwertige Verbinder von PPC und Cabelcon



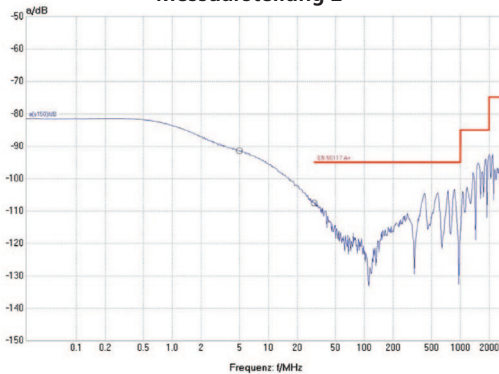
Billig-F-Schraubstecker und hochwertiger OVZ 030 von Fuba. Bei Billig-Schraubsteckern kann der „Kopf“ abreißen und das Gewinde ermöglicht kein perfektes Aufdrehen und nur niedrige Dichtigkeit. Das Material ist dünnwandig, oft magnetisch und hat eine schlechte Oberflächenbeschaffenheit, bietet ungenügenden Korrosionsschutz und ist ungenau verarbeitet, der konische Verlauf der Hülse ist nicht vorhanden > Schrott

Messdarstellung 1



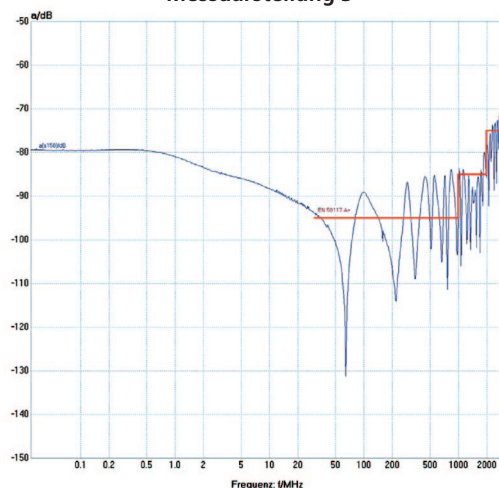
Bedea Telass 110 Meterware
Kopplungswiderstand (mOhm/Meter) < 30 MHz
Schirmdämpfung (dB) > 30 MHz

Messdarstellung 2



Telass 110 mit Kompressions-F-Steckern

Messdarstellung 3



Telass 110 mit F-Schraubstecker

Konsequenz: Profis nutzen Profi-Steckverbinder

Nicht ohne Grund wurden durch die Kabelnetzbetreiber für Installateure und Techniker die Nutzung von hochgeschirmtem Material Klasse A vorgeschrieben. Ebenso ist die Nutzung von F-Aufdrehsteckern seitens fast aller Kabelnetzbetreiber untersagt. Es gibt einige Kabelnetzbetreiber, die selbst die Nutzung von gecrimpten Steckverbindern nicht mehr zulassen. Passende Crimp-Stecker in hochwertiger Ausführung sind an sich weniger problematisch und bieten durchaus eine verbesserte Schirmwirkung und Kontakteigenschaften gegenüber den auf das Kabel aufgedrehten Steckverbindern, aber vor allem die Quetschung des Dielektrikums und die in der Praxis häufig vorkommende Fehlmontage erfordern den Schritt, ausschließlich hochschirmende verpresste Steckverbinder mit geringerem Stör- und Problempotenzial zuzulassen. Zudem wird nicht ohne Grund von Installateuren in Kabelnetzen eine exakte Montage mit Anzugsdrehmoment verlangt.

Messung Schirmwirkung

Um die Problematik der Schirmwirkung mit verschiedenen Steckverbindungen zu verdeutlichen, wurden Messungen mit verschiedenen Steckern und Montagesituationen vorgenommen. Der Hersteller von Kabeln und Leitungen für Kommunikationstechnik Bedea aus Asslar hat diese Messungen vorgenommen und die Messergebnisse der INFOSAT zur Verfügung gestellt. Die Messungen wurden mit dem triaxialen Messverfahren – als Standardmessverfahren für Schirmdämpfung und Kopplungswiderstand – vorgenommen. Die Schirmwirkung eines Koaxial-

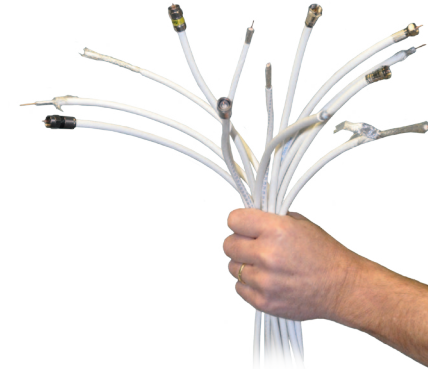
kabels und von Steckverbindungen wird durch die Parameter der frequenzabhängigen Schirmdämpfung (früher als Schirmungsmaß, manchmal auch als Abschirmdämpfung bezeichnet) und dem längenabhängigen Kopplungswiderstand erfasst. Das ebenfalls von Bedea mitentwickelte und vertriebene Messsystem CoMeT (Coupling Measuring Tube) bietet reproduzierbare Messergebnisse der Schirmwirkung von Koaxialkabeln und symmetrischen Datenkabeln sowie der Schirmdämpfung von Steckern, konfektionierten Kabeln und Bauelementen. Auch die Ermittlung des Schirmungsmaßverhaltens in Extremsituationen, beispielsweise bei der Unterschreitung des Biegeradius in Unterputzdosen ist mit dem von der Firma Rosenberger gefertigten Messsystem möglich.

Schirmdämpfungsmessungen

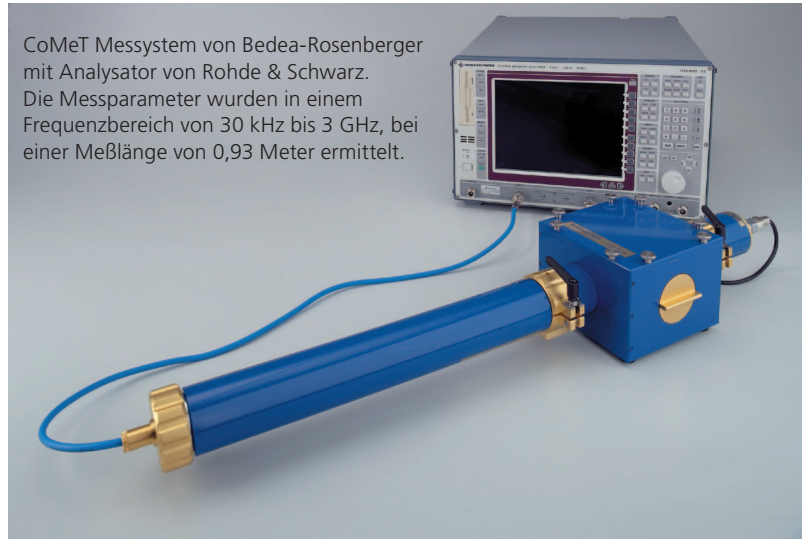
In der ersten vorgestellten Messung wird die Schirmwirkung des Bedea Telass 110 Koaxialkabel als Meterware dargestellt (**Messdarstellung 1**). Betrachtet man ausschließlich die Schirmdämpfung des Kabels (ab 30 MHz), so stellt man ein hohes Schirmungsmaß von weit über 100 dB in Kabelnetzen und auch bei den im Sat-ZF-Bereich genutzten Frequenzen fest. Würde man ausschließlich die Schirmdämpfung betrachten, so würde das Kabel die Vorgaben der Schirmungsklasse A, aber auch der Klasse A+ (rote eingetragene Linie) sowie sogar der Klasse A++ (nach EN 50117-2-x) weit übertreffen. Ebenso ist klar zu erkennen und wichtig zu verstehen, dass ein hochwertiges Koaxialkabel selbst „nur“ mit zweifacher, aber eben qualitativer Abschirmung konzi-

piert ein völlig ausreichendes Schirmungsmaß erreichen kann. Zudem verdeutlicht die Messung die Frequenzabhängigkeit der Schirmdämpfung, welche mit zunehmender Frequenz abfällt. So manches mit „vielen dB“ verkaufte, mehrfach abgeschirmtes Billig-Koaxialkabel wird diese Schirmdämpfungswerte nicht über den gesamten Frequenzverlauf hinweg erreichen. Mit anderen Worten, es ist durchaus wichtig, auf Schirmdämpfungswert-Angaben (Schirmungsmaß) bezüglich eines Koaxialkabels zu achten, aber diese müssen erstens seriös gemessen worden sein und zweitens stellt das Schirmungsmaß eben nur einen zu betrachtenden Faktor bei Koaxialkabeln dar, der sich zudem durch die Verlegung-Biegung oder auch Alterung noch ändert. Zudem sind die Angaben der Hersteller unterschiedlich konservativ zu bewerten (mit dem Telass 110 erreicht man beispielsweise bessere Messergebnisse bezüglich der Schirmdämpfung als in den Katalogwerten des Herstellers angeben).

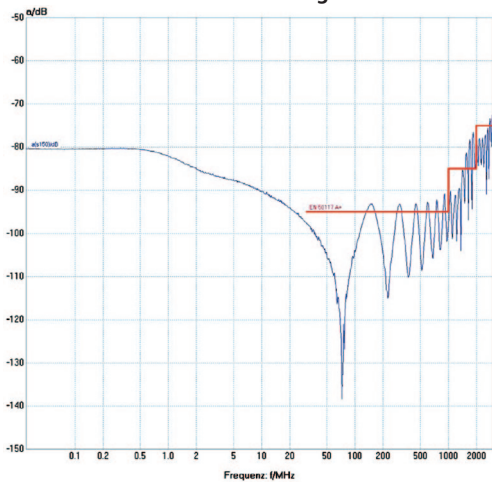
Die **Messdarstellung 2** zeigt die Messergebnisse des Telass 110-Kabels mit verpresster Steckverbindung (F-Kompressionsstecker). Dieser Kompressionsstecker wurde im exakten Drehmoment (3,4 Nm) verschraubt. Mit dieser verpressten Technik werden im Kabelbereich Schirmdämpfungswerte von mehr als 100 dB und im Sat-ZF-Bereich



CoMeT Messsystem von Bedea-Rosenberger mit Analysator von Rohde & Schwarz. Die Messparameter wurden in einem Frequenzbereich von 30 kHz bis 3 GHz, bei einer Meßlänge von 0,93 Meter ermittelt.

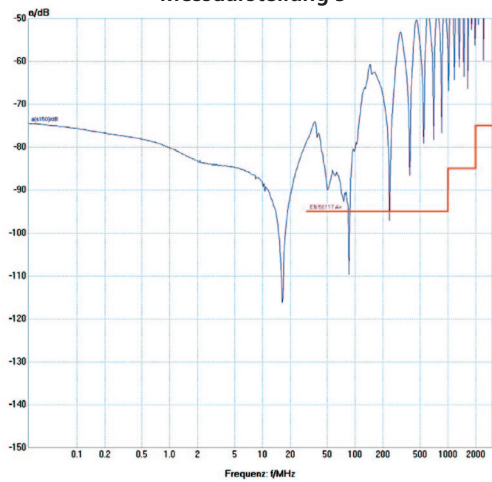


Messdarstellung 4



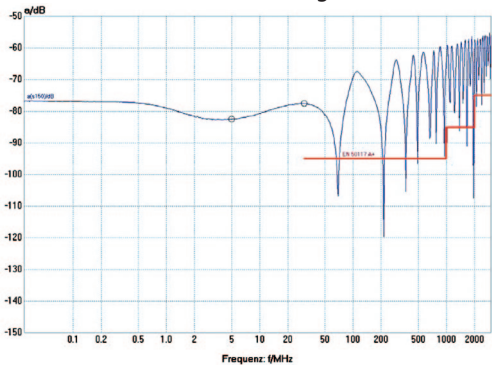
Teless 110 mit F-Schraubstecker, Geflechtsumschlagmethode

Messdarstellung 5



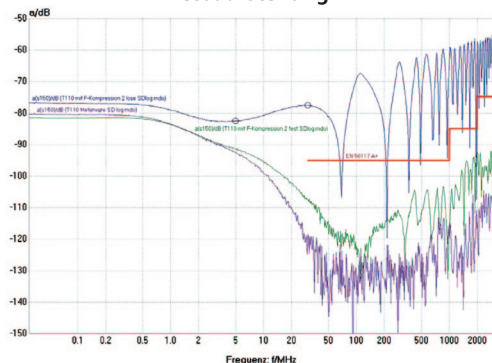
Teless 110 mit Loch im Schirm

Messdarstellung 6



Teless 110 mit „loser“ Steckverbindung

Messdarstellung 7



Direktvergleich feste (grün) / lose Steckverbindung (blau) Meterware (violett)

mehr als 90 dB erreicht. Würde man auch hier fälschlicherweise nur das Schirmungsmaß alleine betrachten, so würden die Mindestwerte der Klasse A+ weit übertroffen.

F-Schraubstecker: Niedrigere Schirmwirkung

Anders ist die Schirmdämpfung des Kabels inklusive eines aufgedrehten (exakt passenden und montierten) F-Schraub-Steckers mit konischer Andruckzone zu betrachten (**Messdarstellung 3**). Mit dem F-Aufdrehstecker wird eine deutlich niedrigere Schirmdämpfung erreicht, auch bei exakter Montage. Die Nutzung von mehrfach hochgeschirmten Kabeln mit F-Schraubsteckern macht also nicht unbedingt viel Sinn.

Messdarstellung 4 zeigt wiederum einen montierten F-Schraubstecker, diesmal wurde die Montagemethode mit umgeschlagenem Geflecht angewandt. Die Geflechtsumschlagmethodik hat den gravierenden Nachteil, dass die Kabelabschirmung durch das Schraubgewinde des F-Schraubsteckers beschädigt wird (Korrosion, Diodenbildung und entsprechendes Erzeugen von unerwünschten Frequenzen, Spannungsabfälle). Zudem wird die Kontaktierung instabil, sobald sich aufgrund von Temperaturdifferenzen oder schlicht Alterung der

Mantel des Koaxialkabels ausdehnt beziehungsweise zusammenzieht. Dafür ist die Montage bei dieser oft angewandten Methodik etwas einfacher. Erstaunlicherweise wurden mit dieser Montagemethodik etwas „bessere“ Schirmdämpfungswerte erreicht, als mit der Standardmethode der vorherigen Messdarstellung. Wichtig bei den vorliegenden Messungen ist jedoch zu wissen, dass unterschiedliche Qualitäten an F-Aufdrehsteckern verwendet wurden. Denn es ging uns in der Messreihe nicht darum, darzulegen, ob die sogenannte Umschlagtechnik oder die Standard-Aufdrehtechnik vorzuziehen ist, denn beide Techniken sind veraltet. Die überraschend erscheinenden „höheren“ Schirmdämpfungswerte des in Umschlag-Technik montierten F-Aufdrehsteckers resultieren aus einer höheren Qualität des in diesem Fall verwendeten Steckers. Es ist davon auszuehen, dass bei Verwendung eines hochwertigen F-Aufdrehsteckers passend zum Kabel mit Nutzung des konischen Verlaufs der Hülse, sowie hoher Materialstärke und Qualität ein höhere Schirmwirkung als mit der Geflechtsumschlagmethode zu erreichen ist, auch wenn ein F-Aufdrehstecker keinesfalls an die High-Tech-Kompressions-Stecker heranreichen kann. Beispiele für hochwertige F-Schraubstecker passend jeweils zu Koaxialkabel



Das Bedea Teless 110 M erreicht trotz „nur“ zweifacher Abschirmung eine hohe Schirmwirkung. Es bietet eine dichte optische Bedeckung und eine hohe Qualität des verzinnten Geflechtmaterials aus Kupfer. Es ist besonders dämpfungsarm (niedriger Energieverlust) und alterungsbeständig durch die physikalisch geschäumte Dielektrikumausführung/Isolierung. Die Überlappung und Faltung der inneren doppelt kaschierten, dehnfähigen Aluminiumfolie ermöglicht ein sauberes Absetzen und eine einfache Montage von verpressten F-Steckern. Der Innenleiter besteht aus massivem Kupfer. Die PVC-Mischung des Kabelmantels ist strapazierfähig und trotzdem flexibel, der minimale Biegeradius aber insgesamt relativ groß.

Vorteile Kompressions-Technik

- Höhere Schirmwirkung, gute Kontaktierung
 - Höhere Betriebssicherheit
 - Sicherer Sitz mit hoher Zugfestigkeit
 - Niedrige Signalverluste
 - Keine Schädigung des Geflechts
 - Effizient erreichbarer Feuchtigkeitsschutz
 - Flexible Anfertigung hochwertiger Anschlusskabel
 - Fremdeingriffe werden erschwert/nachweisbar
 - Schnelle, professionelle Montage
- Nachteile Kompression-Technik**
- Passende Zange wird benötigt
 - Koaxialkabel-Werte (Dielektrikum) müssen bekannt sein (dieses gilt grundsätzlich aber auch für F-Schraubstecker)

des gleichen Herstellers sind der Wisi DV 55 oder auch der Fuba OVZ 030. Festzustellen ist hingegen, dass zumindest für jeden Fachinstallateur/Techniker jegliche Diskussion um die richtige Montagetechnik des F-Aufdrehsteckers Vergangenheit sein sollte: Ein Techniker sollte zweifelsfrei ausschließlich F-Stecker in Kompressionstechnik oder zumindest in Crimptechnik verwenden. Nur Ausnahmefälle sollten für den Profi die Regel bestätigen. Ein F-Aufdrehstecker kann in gewissen Fällen hilfreich sein, wenn man mit der Kompressionszange nicht am Montageort „beikommt“, oder falls der vorliegende Kabeltyp unbekannt, aber für die Aufgaben noch ausreichende Qualität besitzt (dieses ist in Kabelnetzen der großen Netzbetreiber aber beispielsweise nicht zulässig). Aber Achtung: Auch bei Kompressions-F-Steckern gibt es Qualitätsunterschiede und leider auch Billigkopien.

Loch im Schirm

Eine völlig unzureichende Schirmungsdämpfung wird erreicht, wenn das Schirmgeflecht beziehungsweise die Abschirmung insgesamt eine Unterbrechung aufweist. Die **Messdarstellung 5** zeigt dieses auch sehr deutlich. In diesem Falle wurde das

Abschirm-Geflecht und die doppelt kaschierte Alu-Folie des Telass 110 einseitig einige Millimeter entfernt, also ein Loch im Schirm simuliert. Die Messwerte zeigen eindeutig auf, welche Sorgfalt bei der Montage in Koaxialkabelnetzen (beispielsweise bei der Montage von Antennendosen) anzuwenden ist.

Wichtig: Exakter Anzugsdrehmoment!

Ein oft unterschätzter Effekt der Schirmwirkungsminderung entsteht durch eine unsachgemäße Montage. Die **Messdarstellung 6** zeigt einen in der Praxis wohl oft vorkommenden Fall: Die Steckverbindung ist nicht fest genug aufgedreht, sitzt (etwas) lose. Wie in der Messdarstellung leicht erkannt werden kann, kann dieses Montagefehlerverhalten zu einer empfindlichen Störquelle werden. Denn nicht nur die Werte der Kontakteigenschaften und der Kopplungswiderstand erfahren eine deutlich erkennbare Verschlechterung, auch die Schirmdämpfung einer Steckverbindung sinkt schnell unter die vorgeschriebenen Normwerte. Diese schlechten Werte wurden übrigens mit kabelseitig absolut korrekt montierten hochschirmenden F-Kompressionssteckern gemessen. Der seitens Bedea-Mitarbeiter gegenüber der INFOSAT-Redaktion auf Fachmessen vorgeführte Effekt entsteht dabei schon bei nur leichten Mängeln bezüglich des exakten Anzugsdrehmoments. Es ist sicherlich leicht nachzuvollziehen, dass bei der Verwendung von Billig-F-Aufdrehsteckern das Störquellenpotenzial der Steckverbindung noch wesentlich höher ausfällt. Daher sollten Profi-Installateure nicht nur professionelle Absetzwerk-

zeuge und

K o m -
pressions-

F-Stecker passend zum

Kabel verwenden, sondern

sie sollten auch einen Dreh-

momentschlüssel für F-Steck-

verbinder nutzen. Aus Kontak-

tierungs- und EMV-Gründen

ist die Verwendung eines geeigneten

Dremomentschlüssels für F-Verschrau-

bungen mit einem Drehmoment von

3,4 Newton Meter unerlässlich! Für In-

stallateure/Techniker in Kabelnetzen

NE-4 ist die Nutzung auch vorgeschrie-

ben. Festzuhalten bleibt: Das Fest-

schrauben von F-Steckverbindungen

von Hand oder mit ungeeigneten Werk-

zeugen birgt ein riesiges Störpotenzial.

Messdarstellung 7 soll nochmals die

Schirmwirkungsproblematik auf einen

Blick verdeutlichen, indem das Koaxial-

kabel Telass 110 als Meterware, mit

festen und schließlich losen Kompressi-

ons-F-Steckverbindungen in einer Mess-

grafik abgebildet wurden.

Fazit

Hochschirmende Qualitäts-Koaxialkabel

sollten in Kombination mit ebenfalls

hochschirmend verpressten Steckver-

bindern verwendet werden. F-Aufdreh-

stecker sind heutzutage nur noch als

absolute Notlösung anzusehen. Steck-

verbindung und Koaxialkabel mit je-

weils hoher Schirmwirkung ergeben

nur dann eine Koaxialverbindung mit

hoher Schirmwirkung, falls Kabel und

Stecker exakt zueinander passen, eine

sorgfältige Montage vorgenommen

wird und zudem die F-Verschraubung

im korrekten Anzugsdrehmoment vor-

genommen wird. <<

RT 1210/5975

Weitere Informationen unter:

www.bede.com
www.rosenberger.de
www.ppc.dk
www.cabelcon.dk
www.bnetza.de

www.dibkom.org
www.interkabel.de
www.fuba.de
www.belden.com
www.sytronic-kabel.de

www.kabeltec.com
www.betacavi.com
www.bieffecavi.com
www.hedresel.de