



In einer Glasfasermuffe versteckt sich
sehr viel mehr als Sie denken

Inhalt

Einleitung	2
Glasfasermuffen: ein Überblick	3
Weiterentwicklung der Kabeleinführungen in Glasfasermuffen	4
Heißschumpftechnik	4
Gummiabdichtung	5
Thermoplastisches Elastomer Gel	5
Silikongel	6
Diese Kompromisse gilt es zu verstehen	7
Eine richtige Entscheidung im Vorfeld, spart Ihnen im Nachhinein sehr viel Geld und Zeit	8

Netzwerkonnktivität gilt in vielerlei Hinsicht als vierte Versorgungstechnik des 21. Jahrhunderts. Jedoch ist dieses kritische Element der nationalen Infrastruktur selbst in vielen hochentwickelten Bezirken noch nicht überall bezahlbar und zugänglich. Als beispielsweise in den USA Millionen von Menschen aufgrund der Corona-Krise zu Hause bleiben mussten, fehlte Schätzungen zufolge jedem fünften Schulkind die nötige schnelle Internetverbindung, um am Fernunterricht teilzunehmen und auf die Unterrichtsmaterialien zuzugreifen.ⁱ

Das Problem beschränkt sich jedoch nicht nur auf jene, die in strukturschwachen und unterversorgten Stadtgebieten leben. Laut einer Studie der National Association of Counties (NACo) aus dem Jahr 2020 haben schätzungsweise 65 Prozent der US-amerikanischen Bezirke durchschnittliche Verbindungsgeschwindigkeiten, die unter der Definition für „eine Breitbandanbindung“ liegen. Zwar haben alle Bezirke Verbindungsprobleme, die meisten wurden aber in kleinen und mittleren Regionen (500.000 Einwohner) verzeichnet.ⁱⁱ

Zugängliches und bezahlbares Hochgeschwindigkeits-Internet fehlt weltweit. Gemäß [Internet World Stats](#) waren 42 Prozent der Welt Mitte 2019 noch an keine Form von einer Breitbandanbindung angeschlossen. Jene, die Zugang haben, zahlen monatlich durchschnittlich 56,59 US-Dollar oder mehr, je nachdem welche zusätzlichen Gebühren für Endgeräte und Installationskosten anfallen.^{iv}

Für den Aufbau der nötigen Infrastruktur, um einen Großteil der Weltbevölkerung anzuschließen, bedarf es einer enormen Menge neuer Glasfasernetze. Gleichzeitig explodiert die Anzahl der Netzknoten (Mikrostandorte, IoT-Sensoren, Wi-Fi-Zugangspunkte usw.), die zur Unterstützung neuer 5G-Anwendungen erforderlich sind. Laut einer Analyse von Deloitte Consulting wird geschätzt, dass in den kommenden fünf bis sieben Jahren in den USA Investitionen in Höhe von 130 bis 150 Milliarden US-Dollar in Glasfaserinfrastruktur erforderlich sind, um den Wettbewerb auf dem Breitbandmarkt, die Versorgung ländlicher Gebiete und die Verdichtung des Mobilfunknetzes ausreichend zu unterstützen.^v

Aufgrund der Konzentration auf die Anbindung nicht und unterversorgter Gebiete und die Vorbereitung auf 5G-Anwendungen sind erhebliche Veränderungen bei den Kabelanlagen notwendig. Neue Topologien, wie verteilte Zugriffsarchitekturen und Strategien zur Faser-Mehrfachausnutzung bringen eine zunehmende Einsatz- und Anwendungsvielfalt mit sich.

Netzbetreiber müssen daher die Auswirkungen auf ihre Verteiler- und Zugangsnetze berücksichtigen. Gleichzeitig gibt es immer weniger qualifiziertes Montagepersonal, das diese neuen Anforderungen umsetzen kann. Unser Fazit Für den Aufbau eines neuen Breitbandnetzes für die Wirtschaft des 21. Jahrhunderts bedarf es mehr als nur die Frage nach dem „Was“. Netzbetreiber müssen sich mit dem „Wie“ beschäftigen.

- Wie kann man mehr Glasfasernetze schneller und zuverlässiger realisieren?
- Wie kann man sicherstellen, dass die Netze agil, einfach zu erweitern und aufzurüsten sind?
- Wie kann man dafür sorgen, dass sie bei Bedarf leichter zu reparieren sind?

Ein Schlüssel findet sich in einem oft übersehenen Aspekt des Verteiler- und Zugangsnetzwerks: Die Glasfasermuffe und die Art der Abdichtung.

130 bis 150 Mrd. US-Dollar in den kommenden fünf bis sieben Jahren:

Erforderliche Investitionen in die Glasfaserinfrastruktur in den USA, um den Wettbewerb auf dem Breitbandmarkt, die Versorgung ländlicher Gebiete und die Verdichtung des Mobilfunknetzes hinreichend zu unterstützen

Analyse von **DeLoitte Consulting**

„Die ultimative Herausforderung für Netzbetreiber ist die Erweiterung von Millionen Endpunkten auf die Milliarden Endpunkte, die 5G-Dienste ermöglicht, wenn es vollständig ausgebaut sind.“

ISEmag.com 1. März 2021

Glasfasermuffen: ein Überblick

Überall, wo Glasfasern in Außenanlagen verbunden, verzweigt oder zugänglich gemacht werden müssen, werden Glasfasermuffen eingesetzt, um die Spleiße aufzunehmen und zu schützen und die Glasfaserkabel zu verschalten. FTTx-Netze in Kabelanlagen lassen sich in drei wesentliche Hauptsegmente unterteilen: Hauptkabelnetz, Verteiler und Anschlussnetz.

Das Hauptkabel ist die Basis in jedem Glasfasernetz, das den Datenverkehr von vielen Kunden bündelt. Sein Hauptmerkmal muss daher die Zuverlässigkeit sein. Installationen in diesem Teil des Netzwerks erfordern fachkundiges Personal und Spezialwerkzeug. Wenn das Netzwerk jedoch fest installiert ist, kommen die Techniker nur in Ausnahmefällen zurück und nehmen die notwendigen Verschalt- oder Wartungsarbeiten vor.

Näher am Kunden ist das Verteilernetz. Da das Netz auf den letzten Metern immer mehr verzweigt, ist eine verbesserte Installierbarkeit und Flexibilität erforderlich. Das Anschlussnetz verbindet Wohnungen, Gebäude, Funkbasisstationen oder andere Knoten. Hier ist die Installationsgeschwindigkeit von entscheidender Bedeutung.

Mit Ausnahme des Hauptkabelnetzes müssen alle Bereiche des Kabelnetzes eine erhebliche Anzahl von Glasfaserverbindungen, Zugangspunkten und flexiblen Knotenpunkten unterstützen. Hier testen und diagnostizieren Netzbetreiber ihr Netzwerk und nehmen regelmäßig Änderungen vor, um dieses erweitern zu können. Viele dieser Spleißpunkte befinden sich in einer Glasfasermuffe.

Netze sind immer komplexer geworden. Infolgedessen haben sich auch die Glasfasermuffen stetig weiterentwickelt, um die neuen Herausforderungen und Anforderungen zu erfüllen. Die grundlegenden Anforderungen können in vier Hauptkategorien unterteilt werden:

- **Zuverlässigkeit:** Fähigkeit, die gespleißten Fasern vor Feuchtigkeit, Staub, Vibrationen und anderen Faktoren zu schützen
- **Installierbarkeit:** Die Einfachheit, der Schulungsbedarf und die Werkzeuge, die für die ordnungsgemäße Installation der Muffe erforderlich sind
- **Flexibilität:** Wie gut die Muffe verschiedene Anwendungen und Konfigurationen unterstützt
- **Geschwindigkeit:** Fähigkeit, Glasfasern in der Muffe bei Bedarf schnell und einfach neu einzuführen oder neu zu verschalten

In Abhängigkeit vom Standort der Muffe im Netzwerk, ist eine dieser Eigenschaften wichtiger als die anderen. Beispielsweise sind Installationsteams im Allgemeinen weniger spezialisiert, je mehr sie sich am Rande von Netzen bewegen. Umso leichter müssen sich Muffen demnach installieren lassen. Deshalb sind im Anschluss- und Verteilernetz mehr anschlussfertige Lösungen zu finden. Normalerweise wird eine Kombination aus gespleißten und vorkonfektionierten Verkabelungslösungen genutzt, um der Vielfalt von Kabelnetzen im Außenbereich gerecht zu werden.

Die grundlegenden Anforderungen des Aufbaus von Spleißmuffen können in vier Hauptkategorien unterteilt werden:



ZUVERLÄSSIGKEIT



INSTALLIERBARKEIT



FLEXIBILITÄT



GESCHWINDIGKEIT



NOVUX™
Kompaktmuffe

Die Entwicklung der Dichtung von Muffen

Da das Kabelnetz im Außenbereich immer mehr mit Glasfaser ausgebaut wird und Technologien immer empfindlicher auf leistungssenkende Einflüsse reagieren, hat sich die Vielfalt der Abdichttechnologien zum Schutz der Fasern in der Muffe weiterentwickelt. Bis vor Kurzem gab es drei Hauptformen von Abdichtungen: Wärmeschrumpftechnik, Gummiabdichtungen (oder auch Tüllen) und thermoplastisches Elastomer Gel (TPE).

Die Materialwissenschaftler von CommScope haben nun eine vierte Technologie entwickelt: Silikongel. Diese Lösung ermöglicht wesentliche Fähigkeiten und Leistungsmerkmale, die mit den drei bisherigen Technologien nicht verfügbar waren. Im Folgenden sehen Sie einen Überblick über die Technologien zu Abdichtung, die nun zum Schutz der getätigten Investitionen in Glasfasernetze für Sie als Netzbetreiber verfügbar sind.

Wärmeschrumpfung

FOSC-100 von CommScope wurde in den 1980er Jahren entwickelt. Diese erste Glasfasermuffe hatte eine doppelwandige Schrumpfabdichtung, um Kabelbündel und Steckverbinder zu schützen. Die Glasfaserkabel werden in den in der Muffe vorgesehenen Einführungsoffnungen und in einem mit Schmelzkleber ausgekleideten Schrumpfschlauch (HST) verlegt. Beim Erhitzen schrumpft ein Ende des mit Klebstoff ausgekleideten Schrumpfschlauchs auf den Außendurchmesser der Kabeleinführungsoffnung und das andere auf den Außendurchmesser des Kabels. So entsteht eine vollständige Abdichtung.

Die Heißschrumpftechnik ist vom Aufbau her einfach, in „Verarbeiten-und-Vergessen“ jedoch effektiv, z. B. für Linien- und Abzweigmuffen im Hauptkabel- und Verteilernetz. Sie sind für ihre lange Beständigkeit bekannt und können ober- und unterirdisch oder in Schächten eingesetzt werden. Zudem sind sie eine gute Option für Anwendungen mit starrer, dick ummantelter Verkabelung. Die Heißschrumpftechnik ist eine der etabliertesten Dichtungstechnologien und den meisten erfahrenen Installateuren daher vertraut. Gleichzeitig bietet sie ein ausgezeichnetes Torsionsverhalten, vor allem bei Kabeln mit einem Durchmesser von mehr als 18 mm. Heißschrumpftechnik ist in Bezug auf die Bauteilkosten zwar eine der kostengünstigsten Dichtungslösungen, erfordert jedoch Spezialwerkzeug, eine offene Flamme oder Heißluftpistole, mehr Zeit und eine umfassende Schulung.

Technologien für Muffendichtungen:

HEISSCHRUMPFTECHNIK

GUMMIDICHTUNG

THERMOPLASTISCHES ELASTOMER GEL (TPE)

SILIKONGEL

CommScope-Produkte, die mittels Heißschrumpftechnik abgedichtet werden



Gummiabdichtung

Kurz nach Einführung der Heißschumpftechnik, begannen verschiedene Betreiber, mechanische Gummidichtungen zu nutzen. Der größte Vorteil mechanischer Gummidichtungen ist, dass sie werksseitig vorinstalliert werden können. Dies spart Zeit, gewährleistet gleichbleibende Qualität und macht Spezialgeräte und Schulungen überflüssig.

Bei dieser Lösung wird ein Bolzen- und Schraubensystem verwendet, um Druck auf den Gummi auszuüben. Ein weiterer wichtiger Vorteil von Gummi- gegenüber Schrumpfdichtungen ist, dass sie wiederverwendbar sind. Im Allgemeinen wird Acrylnitril-Butadien-Kautschuk, auch als Nitrilkautschuk oder NBR bekannt, verwendet. NBR-Tüllen werden normalerweise an den Außendurchmesser und/oder die Form des abzudichtenden Kabels angepasst.

Gummidichtungen sind eine relativ kostengünstige Lösung und helfen Betreibern, die Gesamtkosten bei der Verlegung der letzten Meile zu reduzieren. Die Möglichkeiten für eine Wiederverwendung sind jedoch begrenzt. Zudem passen sie sich Oberflächenfehlern in der Muffe oder Verkabelung nicht so gut an wie Schrumpf- oder Geldichtungen. Darüber hinaus bieten sie eine begrenzte Torsion, um Spleiße beim Kabelzug zu schützen, und sind u. U. Fett oder eine sekundäre Abdichtung nötig.

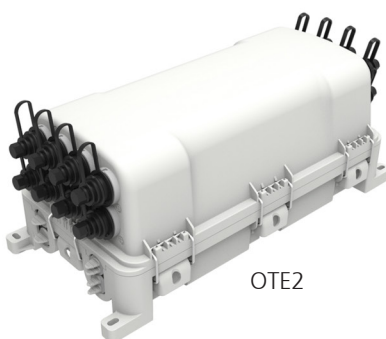
Gummidichtungen werden weiter in einer Vielzahl von Kabelnetzen im Außenbereich und bei Anwendungen im Innenbereich verwendet. Im Außenbereich sind sie die ideale Lösung für oberirdische Installationen und werden häufig in Verteil- und Zugangs-Netzen verwendet. Sie bieten ein gutes Gleichgewicht zwischen Kosten und Wiedereintritt und sind damit für Anwendungen auf der letzten Meile geeignet. Im Innenbereich, wo keine derart hohen Anforderungen für Abdichtung bestehen, werden sie auch für Verbindungen innerhalb von Gebäuden verwendet, z. B. für wandmontierte Glasfaserabschlussdosen in Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten (MDUs) und Gebäuden mit mehreren Mietereinheiten (MTUs).

TPE-Gel

In den 1990er Jahren führten CommScope und andere OEMs Dichtungen mit TPE-Gel ein, um verschiedenen Problemen mit mechanischen Gummidichtungen entgegenzuwirken. Dichtungen mit TPE-Gel sind technisch anspruchsvoller. Bei dieser Lösung werden eigenentwickelte Materialmische verwendet, die meist ein mit Öl angereichertes Gummipolymer beinhalten. Die daraus entstandene halb feste/halb flüssige Mischung füllt Hohlräume, passt sich unter Druck unregelmäßigen Formen an und hat von Natur aus feuchtigkeits- und staubabweisende Eigenschaften.

Genau wie mechanische Gummidichtungen werden auch Dichtungen mit TPE-Gel für Kabeleingänge und Muffen werksseitig vorinstalliert, sodass Spezialwerkzeuge und Schulungen überflüssig sind. Da das Gel eine extrem niedrige Maßeinheit hat und superelastisch ist, passt es sich an Unterschiede in der Kabelgröße und an Abrieb oder Unebenheiten im Kabelmantel und in der Muffe an. Die Dichtung ist so dicht, dass kein Fett und keine Sekundärdichtung notwendig ist. Darüber hinaus ist sie strapazierfähig und hält möglichem Abrieb und Verschleiß bei wiederholter Verwendung und Wiedereintritt stand.

CommScope-Muffen mit Gummidichtung



OTE2



OWB-S



Mini-RDT

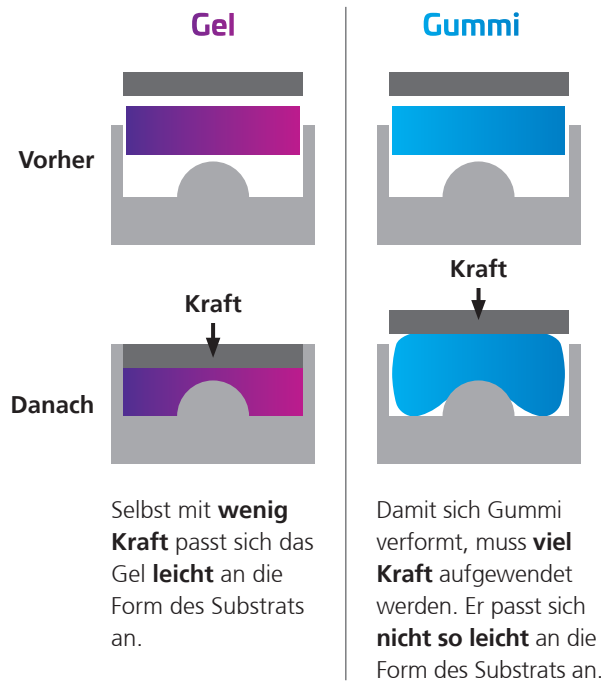
Sie bietet langfristigen, hochzuverlässigen Schutz sowohl für Freileitungs- als auch für unterirdische Anwendungen in Zubringer-, Verteil- und Anschluss-Netzwerken.

Silikongel

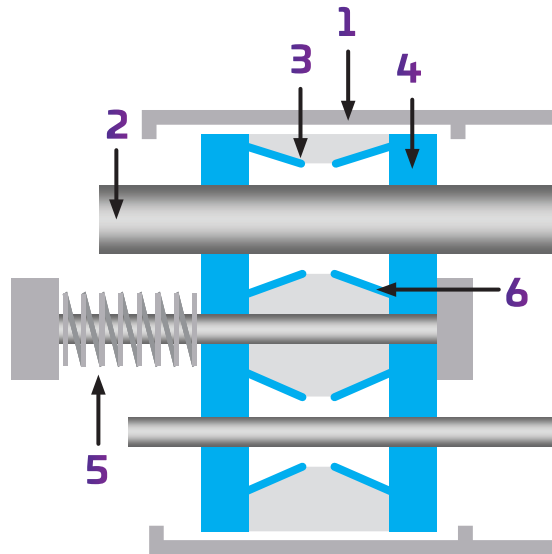
2020 gaben die Werkstoffingenieure von CommScope die Entwicklung einer hochmodernen Gel-Dichtungstechnologie bekannt, welche sich die inhärenten Eigenschaften von Silikon zunutze macht. Die Dichtmasse wurde unter dem Markennamen Octopus Gel auf den Markt gebracht und ist anpassungsfähiger und widerstandsfähiger als TPE-Gel. Damit kann mit einer Dichtung ein größerer Bereich von verschiedenen Kabeldurchmessern abgedeckt werden.

Zudem hilft die neue Technologie Installateuren und Netzwerkbetreibern bei einer weiteren Herausforderung. Bei herkömmlichen Gummi- und TPE-Gel-Dichtungen ist die Erfahrung des Installateurs entscheidend, um beim Aktivieren der Dichtung das richtige Maß an Druck aufzuwenden. Dieses Verfahren verlängert den Installations-/Wartungsprozess. Darüber hinaus bedarf es gewisser Fachkenntnisse, um das richtige Maß an Druck zu gewährleisten.

Funktionsweise des Gels

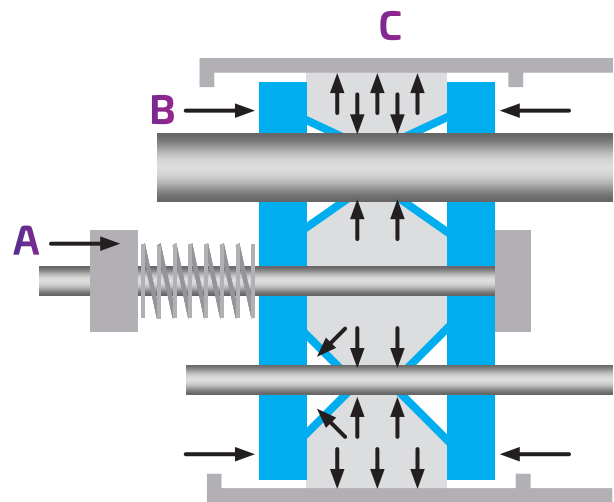


Elemente des Gel-Kabeldichtungssystems



1. Hauptteil der Muffe
2. Kabel
3. Gel (Dichtungsmittel)
4. Kolbenelemente (üben Druck auf Gel aus)
5. Federelement (Druckregulierung/-erhaltung)
6. Rückhaltung (sorgt dafür, dass das Gel an Ort und Stelle bleibt)

Aktivierung der Kabelabdichtung



- A. Feder zusammendrücken. Dadurch werden die Kolben aufeinander zu bewegt.
- B. Das Gel wird mit kontrolliertem Anpressdruck gegen den Hauptteil der Muffe und die Kabel gedrückt
- C. Dabei passen sich der Druck und die Form des Gelblocks automatisch an den Kabeldurchmesser an.

Bei Verwendung von Octopus Seal wird die Dichtung durch einfaches Schließen der Muffe aktiviert. CommScope nutzt einen Selbstbelastungsmechanismus, um das richtige Maß an Druck zu erzeugen. Dadurch wird der negative Einfluss von Zeit, Temperaturschwankungen und Maßabweichungen eliminiert. Das hyperelastische Verhalten des Silikongels ermöglicht es, dass es stark verformt werden kann. Trotzdem kehrt es in seine ursprüngliche Form zurück, wenn die Muffe wieder geöffnet wird.

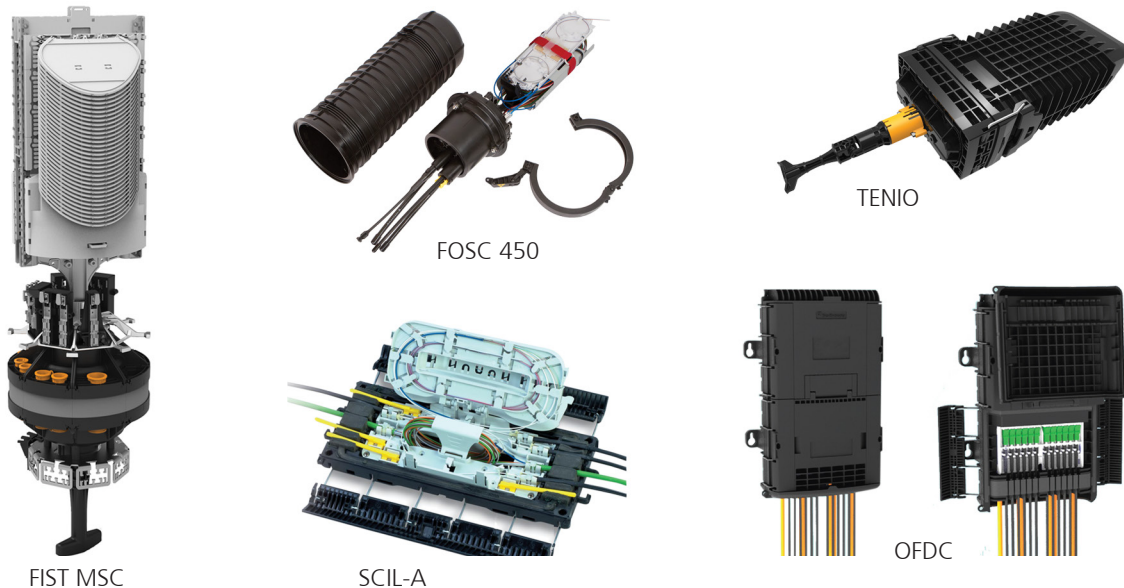
Das Ergebnis ist eine überaus zuverlässige, leicht zu installierende Muffe, die wiederverwendbar ist und einen Wiedereintritt ermöglicht. Sie kann in Zubringer-, Verteiler- und Zugangs-Netzwerken genutzt werden und ist für eine Vielzahl von Kabelgrößen und Mantelstärken geeignet. Aufgrund ihrer Ausführung ist sie für über- und unterirdische sowie Anwendungen auf Bodenhöhe geeignet.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen Gummidichtungen, TPE-Gel und dem neuen Silikongel liegt in der Art und Weise wie nicht genutzte Kabeleingänge abgedichtet werden. Gummidichtungen und Dichtungen mit TPE-Gel verwenden Blindstopfen anstelle von nicht installierten oder entfernten Kabeln. Bei der Octopus-Silikondichtung werden keine Blindstopfen benötigt, da das Gel leere Anschlüsse und den größten Kabeldurchmesser der Muffe mit einer Dichtung abdichten kann.

Diese Kompromisse gilt es zu verstehen

Wichtig ist zu beachten, dass die oben erwähnte Entwicklung von Dichtungstechnologien keine Rangordnung von gut über besser bis zu am besten nahelegen soll. Wie bei praktisch allen Aspekten der Netzwerkdesigns gibt es eine Reihe von Kompromissen, wie beispielsweise Preis, Installationsgeschwindigkeit, Leistung, Zuverlässigkeit usw. Um die beste

CommScope-Muffen mit TPE-Gel-Dichtung



CommScope-Muffen mit Silikongel-Dichtung



Technologie für eine bestimmte Anwendung auszuwählen, muss man die Merkmale der verschiedenen Technologien und der konkreten Dichtigkeitsanforderungen für diese Anwendung verstehen. Die Anforderungen variieren je nachdem, wo sich die Muffe im Netzwerk befindet.

Bei Muffen im Hauptkabel- und Zubringer-Netzwerk, wo es weniger wahrscheinlich ist, dass Glasfasern nach der Installation berührt werden, setzt man beispielsweise oft auf Dichtungen mittels Heißschumpftechnik. Zwar ist die Heißschumpftechnik eine der ältesten Dichtungstechnologien, gleichzeitig aber auch eine der vertrautesten für viele erfahrene Glasfaserinstallateure. In Zugangsnetzen ist die dominierende Variable jedoch meist die Wiederverwendung und der Wiedereintritt. Das gilt insbesondere dann, wenn sich das Netz bis in die Nähe des Kundenstandorts erstreckt. Kommen neue Kunden und Servicebereiche hinzu, kann mehrmals auf ein und dieselbe Muffe zugegriffen werden. In diesem Fall stellt die wiederholbare Konformität von Silikongel einen wesentlichen Vorteil dar.

Die richtige Wahl im Voraus spart im Nachhinein Zeit und Geld

Angesichts der Tatsache, dass große traditionelle Betreiber ihre Glasfasernetze weiter ausbauen und neue Akteure wie ländliche Genossenschaften und Stadtwerke Glasfaser-Breitband in kleineren Gemeinden einführen, wird die Anzahl ober- und unterirdischer gespleißter Netzverbindungen rasant steigen. Am Ende jeder gespleißten Verbindung befinden sich Haushalte und Unternehmen, die auf eine Hochgeschwindigkeitsverbindung angewiesen sind. Betreiber können es sich nicht leisten, auch nur das kleinste Detail zu übersehen, dass die Leistung oder Zuverlässigkeit beeinträchtigen könnte.

Die Abdichtungen in Spleißmuffen machen nur einen winzigen Bruchteil der Investitionskosten aus, können die Betriebskosten jedoch erheblich beeinflussen. Heute gibt es mehr Möglichkeiten für die Abdichtung als jemals zuvor, und jede spielt beim Schutz des gesamten Kabelnetzes eine bedeutende Rolle. CommScope verfügt über die nötige Erfahrung und ein umfassendes Portfolio an Produktlösungen, um Sie dabei zu unterstützen, die beste Leistung aus Ihren Netzkomponenten und – vor allem – Ihrem Netz herauszuholen.

ⁱ 2021 Report Card for America's Infrastructure; American Society of Civil Engineers; 3. März 2021

ⁱⁱ National Association of Counties, „Understanding the True State of Connectivity in America“, Februar 2020

ⁱⁱⁱ <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>

^{iv} The Cost of Connectivity 2020; Open Technology Institute; 15. Juli 2020

^v Deep Deployment of Fiber Optics is a National Imperative; Deloitte Consulting; Juli 2017

CommScope verschiebt mit bahnbrechenden Ideen und revolutionären Forschungsergebnissen die Grenzen der Kommunikationstechnologie. Wir arbeiten mit unseren Kunden und Partnern zusammen, um die modernsten Netze der Welt zu entwerfen, zu entwickeln und zu bauen. Wir setzen uns mit Leidenschaft und Engagement dafür ein, die nächste Entwicklung zu erkennen und eine bessere Zukunft zu ermöglichen. Weitere Informationen erhalten Sie unter commscope.com

COMMSCOPE®

commscope.com

Weitere Informationen erhalten Sie auf unserer Website oder bei Ihrem CommScope-Vertreter vor Ort.

© 2021 CommScope, Inc. Alle Rechte vorbehalten.

Sofern nicht anders vermerkt, sind alle Warenzeichen, die mit einem ® oder ™ gekennzeichnet sind, eingetragene Warenzeichen bzw. Warenzeichen von CommScope, Inc. Dieses Dokument dient ausschließlich Planungszwecken und hat nicht die Absicht, Spezifikationen oder Gewährleistungen in Bezug auf die Produkte oder Dienstleistungen von CommScope zu ändern oder zu ergänzen. CommScope ist den höchsten Standards für geschäftliche Integrität und ökologische Nachhaltigkeit verpflichtet. Unsere Produktionsstätten sind dementsprechend weltweit nach international existierenden Normungen zertifiziert, u. a. ISO 9001, TL 9000 und ISO 14001. Weitere Informationen zur Verpflichtung von CommScope sind hier nachzulesen: <https://www.commscope.com/corporate-responsibility-and-sustainability>.

WP-115645-DE (06/21)