10.9 Ein Kabel für alle (Rohr-)Fälle?

Stefan Schreiber

Kurzvita

- geb. 01.04.1968
- 1987 Abitur
- bis 1989 Zeitsoldat der Bundeswehr, Reserveoffizier
- bis 1993 Studium der Elektrotechnik (Dipl.-Ing.) an der UNI GH Paderborn / Soest
- 1994 bis 2003 Siemens AG und Corning Inc., Vertriebsingenieur für Telekommunikationssysteme, später Verkabelungssysteme für Gebäude und Carrier
- seit 2003 bis heute, eku Kabel & Systeme GmbH & Co. KG Bochum, geschäftsführender Gesellschafter, Vertrieb und Technik

Kontakt

eku Kabel und Systeme GmbH & Co. KG
Hansastraße 122–124
44866 Bochum
E-Mail: s.schreiber@eku.de
Web: www.eku.de

Hausanschlusskabel in 2,5 mm mit 6, 12 oder 24 Fasern – eine Kabeldimension auch für 10/6er Rohr?

Der Autor betrachtet im nachfolgenden Beitrag typische Dimensionen von Rohranlagen für den Hausanschluss in 7/4 mm und 10/6 mm und lässt die Dimension 5/3,5 mm für Fiber Units (FU) außen vor. Es geht ihm dabei um die praxisnahe Befüllung mit Mikrokabeln und deren Verhalten beim Einblasvorgang – oder besser gesagt beim Einschubvorgang mit Luftunterstützung.

Betrachten wir die verschiedenen physikalischen Ausbautechnologien der Rohr- und Kabelanlagen im FTTX-Rollout, so können wir feststellen, dass im Bereich der Hausanschlüsse ein wesentlicher Ansatz verfolgt wird: Im Rahmen des homes passed (hp) wird ein Rohrverband (RV) entlang der Straßenzüge geführt und per Abzweigung auf ein Einzelrohr ein dedizierter Hausanschluss realisiert. Die so hergestellte Rohranlage stellt eine direkte Verbindung zwischen dem Gebäude und dem Verteilknoten (Muffe im Schacht, passiver KVz (NVt), Multifunktionsgehäuse) in der Netzebene 3 her. Die durchschnittlichen Entfernungen auf diesen Rohranlagen liegen bei ca. 300 m (im ländlichen Raum) und kürzeren Distanzen im dichter besiedelten Ballungsbereich. In Einzelfällen werden auch Rohrstrecken von über 1000 m hergestellt, die später nach Möglichkeit mit einem einzelnen Einblasvorgang überwunden werden sollen.

Andere Technologien zur Herstellung von Hausanschlüssen sind ebenfalls hier und da im Markt zu finden. Diese alternativen Verlegemethoden, die zum Teil ohne Rohranlage arbeiten, (z. B. Luftkabelanlage oder Glasfaserkabel in der direkten Erdverlegung) sind marktwirtschaftlich sinnvolle Ergänzungen und werden nachfolgend nicht betrachtet.

Die Rohranlagen der Dimension 7/4 mm sind uns im Markt bereits seit vielen Jahren bekannt und nahezu jeder Planer, Tiefbauer und Glasfasermonteur kennt die Eigenheiten dieser Technik. Die zu diesem Rohr passenden Mikrokabel haben in der Regel einen Außendurchmesser von 2,5 mm und erreichen auf den verfügbaren Testrohranlagen (z. B. Vetter oder Lancier) Einblasgeschwindigkeiten von über 80 m/min und Reichweiten größer als 1000 m.

Man darf behaupten, dass bis zur Einführung der größeren 10/6er Rohrtechnik, die durch die Förderkriterien des BMVI (einheitliches Materialkonzept des Bundes) massiv vorangetrieben wurde, nahezu alle Netzbetreiber im eigenwirtschaftlichen Ausbau 7/4er Rohranlagen errichtet haben (Ausnahme 5/3,5 mit FU sehr verbreitet in Schleswig Holstein ; LWL-Kabel für die direkte Erdverlegung z. B. DG).

Mit der Einführung dieser Technik folgten unmittelbar das damit zwangsweise verbundene 2,5 mm Mikrokabel mit 4, 6, 8 oder 12 Glasfasern. Mit Aufkommen der 200 µm Coating-Technologie kam dann zeitlich versetzt bei einigen Anbietern auch eine 24 Faser Version in 2,6 mm auf den Markt, so dass auch Gebäude mit mehr Wohneinheiten mit lediglich einem Kabel versorgt werden konnten.

Um zu verstehen, worauf es beim Mikrokabel ankommt, muss man den Einschubvorgang, die wirkenden Kräfte und die Konstruktion der Mikrokabel mit einander verknüpfen:

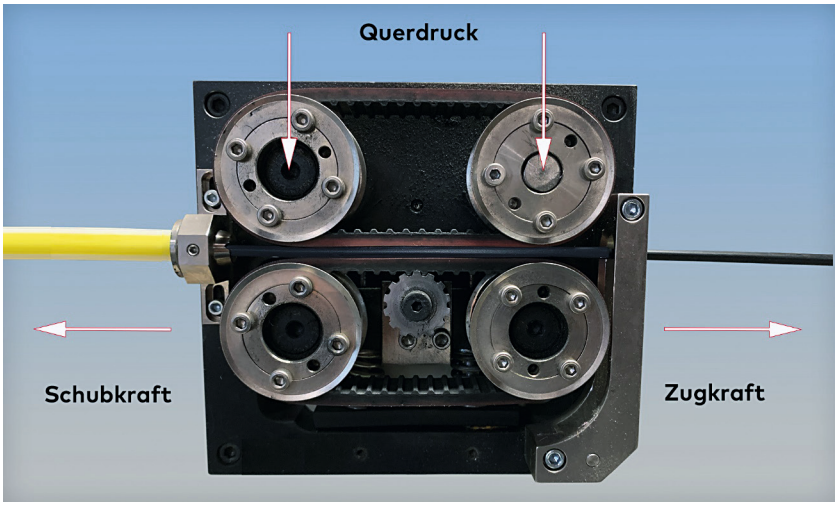

Bild 1: Kraftschaubild am Einschubgerät

Die Mikrokabel werden mittels des Einblasgerätes von der Trommel abgezogen und in die Rohranlage eingeschoben. Bei diesem Abspulvorgang entsteht eine geringe Zugkraftbelastung am Kabel. Um die dafür notwendige Kraft fortlaufend auf das Kabel aufzubringen, befinden sich in den Geräten Ketten, Riemen oder Räder, die das Kabel seitlich „greifen“ und somit vorwärtsbewegen. Hierdurch wird am Kabel ein Querdruck erzeugt. Je nach eingesetzter Technik kann diese Kraft punktuell oder auf einer Länge von mehreren Zentimeter auftreten. Das Kabel wird durch die Antriebsbewegung in die Rohranlage eingeschoben. Dabei arbeitet das Gerät gegen die Reibkräfte des Kabels

im Rohr. Um die notwendige Schubkraft möglichst gering zu halten führt man mehrere Optimierungsansätze durch, die einen Reduktionsbeitrag leisten:

- Einsatz von Kabelgleitmittel, um die Gleitreibung zwischen Rohr und Kabel zu reduzieren
- Luftunterstützung beim Einschubvorgang als laminar ausgebildete Strömung im Rohr, die das Kabel unter Zug straff hält und „mitreißt“
- optimales Verhältnis zwischen belegtem Rohrquerschnitt (Kabelquerschnittsfläche) und freiem Rohrquerschnitt für die Luftströmung
- Kabel ohne Seitenschlag, d. h. Kabel ohne Eigenwellen. Dies erfordert ein optimales Wickelbild ohne Überwürfe des Kabels auf der Kabeltrommel, da der Kunststoff vom Kabel die Verformung mit von der Trommel ins Rohr nimmt und das Kabel sich durch die Seitenschläge aufgrund der vielen Reibungspunkte sperrt.
- geriefte oder beschichtete Innenseiten der Rohre reduzieren die Kontaktpunkte und erhöhen die Gleitfähigkeit
- optimale Rohrtrassen mit einer reduzierten Anzahl an Biegungen und Auf-/Abverlegungen entlang der Trasse
- keine Verformungen der Rohre ab Werk oder durch den Einbau, da Engstellen zu Performanceverlusten bei der Einblasgeschwindigkeit und Reichweite führen
- Kabel mit verbessertem Rückstelleffekt und hoher Eigensteifigkeit
- Kabel mit verbesserten Belastungswerten für die „Schubbeanspruchung“ (Achtung: die Zugkräfte im Datenblatt sind hier keine Hilfestellung!)

Während verseilte Glasfaserkabel (Minibündeladerkabel oder Loose-Tube-Cable = LT) in der Mitte des Kabels als zentrales Verseil- und Zugelement fast immer einen GFK-Kern haben (manchmal sind diese noch mit PE aufgedickt), müssen Central-Tube (CT) Mikrokabel ohne ein solches Element auskommen und haben stattdessen in der Mitte eine zentral angeordnete Bündelader, die die Fasern beherbergt. Der GFK-Kern in LT-Kabeln dient nicht nur als zentraler Verseilpunkt für die Bündeladern, sondern nimmt gerade auch beim Einblasvorgang wesentliche Aufgaben war, nämlich die gerade Ausrichtung des Kabels nach dem Verlassen der Trommel, Aufnahme von Schubkräften und die gerade Führung des Kabels in der Rohranlage.

Wenn man ein LT-Kabel im Gerät mit den Ketten greift und ins Rohr schiebt, ist jede Bewegung 1 : 1 komplett linear entlang des Kabels bis vorne zur Spitze, weil der GFK-Kern 100 % linear reagiert. Einzig das seitliche Spiel in der Rohranlage zwischen Kabel und Innenwand des Rohres erlaubt Platz für Ausweichbewegungen. Hierbei legt sich das Kabel helixförmig an die Rohrwandung

an. Diese Effekte kann man wunderbar beobachten, wenn man transparentes Rohr einsetzt und das Kabel nach außen hin sichtbar wird.

Bild 2: Helixbildung beim Einblasen im Rohr

LT-Kabel sind aufgrund des Verseilkerns immer besser zum Einblasen geeignet, weil die Schubkraftaufnahme und die Rückstellfähigkeit (Kabel richtet sich eigenständig gerade aus) durch den GFK-Kern ermöglicht werden. Der äußere Mantel hat relativ wenig Einfluss auf diese beiden wesentlichen Faktoren.

Doch wie sieht die Situation nun bei einem CT-Kabel aus, wie dem 2,5 mm Kabel für 7/4er Rohr?

Der GFK-Kern fehlt und stattdessen befindet sich dort ein Maxibündel mit den Fasern. Damit auch diese Kabel eine gewisse Eigensteifigkeit und Rückstellfähigkeit besitzen, muss die Zentralader diese Funktion mit übernehmen. Mikrokabel, die auch ohne Zentral- und Stützelement beide Eigenschaften aufweisen, haben in der Regel eine Dual-Layer-Konstruktion für die Zentralader. Beim Herstellen dieser Ader werden in einem Zweischichtverfahren unterschiedliche Kunststoffmischungen verwendet und nacheinander extrudiert. Durch diese hochwertige und aufwendige Vorgehensweise stabilisiert sich die hohle Zentralader, wird knickstabiler und steifer. Durch die „dual layer extrusion“ wird der fehlende GFK-Kern zum Teil kompensiert, so dass diese Kabel mit einer derartigen Maxibündelader wesentlich schneller und weiter durch die Rohranlagen geschoben werden können.

Ein Crash ist wie ein Stau auf der Autobahn inkl. Auffahrunfall

Beim Einschubvorgang steuern wir ein Kabel „blind“ in eine Rohranlage und gehen davon aus, dass jede Veränderung am Einblasgerät 1 : 1 vom Kabel auf der gesamten Länge umgesetzt wird. Diese Annahme trifft zu, sofern wir Kabel mit einem GFK-Kern betrachten und das seitliche Spiel zwischen Kabel und Rohranlage sehr gering ausfällt. Hier ist kaum Platz für das Einbringen einer Überlänge, die dadurch entstehen kann, dass das Kabel sich vorn an der Spitze anders verhält als am Einblasgerät. Dies bedeutet anderseits auch, dass es bei einem Crash (Kabel geht an der Spitze fest oder wird maximal verlangsamt) linear und sofort zu einer Rückmeldung an das Gerät kommt, der eingestellte maximale Schubkraftwert erreicht wird und das Gerät eine Sicherheitsabschaltung durchführt. Nur so kann ein Kabelschaden sicher vermieden werden.

Betrachten wir jetzt ein Kabel ohne GFK-Kern, so fehlt uns dieses lineare Element. Bei einem Crash dauert es, bis die Schubkraft am Gerät ansteigt. Bei einer Geschwindigkeit von z. B. 60 m/min bringen wir 1 Meter Kabel pro Sekunde ins Rohr. Geht das Kabel vorn fest, schieben wir pro Sekunde, in der nicht abgeschaltet wird, einen Meter Überlänge ins Rohr. Der Auffahrunfall ist vorprogrammiert! Hinzu kommt, dass die kinetische Energie aus Kabelmasse x Geschwindigkeit einen schiebenden Effekt besitzt. Beim 7/4er Rohr hat das Kabel wenig Möglichkeiten auszuweichen und die Rückmeldung an das Gerät geschieht relativ schnell. Das Abschalten erfolgt ebenfalls beim Erreichen der maximal zulässigen Schubkraftwerte.

Die ins Rohr eingebrachte Überlänge an Kabel bis hin zur Abschaltung ist vergleichbar mit einer Gefahrenbremsung auf der Autobahn. Je eher reagiert wird – umso besser.

Vergleicht man die oben beschriebene Situation nun übertragen auf ein 10/6er Rohr, so ergeben sich in Verbindung mit den 2,5 mm Kabeln folgende wesentliche Unterschiede:

- Das Verhältnis von Kabelquerschnitt zu freiem Rohrquerschnitt ist in keinem Fall mehr optimal. Zum Erreichen passabler Einblaslängen benötigt man Kompressoren mit großem Volumenstrom, denn der maximale Druck ist eh begrenzt.
- Die Luftströmung wird zum entscheidenden Faktor, denn das Kabel muss während des ganzen Vorgangs auf Zug gehalten werden.
- Das Kabel hat viel Platz zur Helixbildung oder für Schrauben-Bewegungen im Rohr. Läuft die Spitze vorne langsamer als das Gerät einschiebt (die lineare Verbindung ohne Zentralelement fehlt ja), produziert man sehr große

Mengen an Überlängen im Rohr, bevor das Gerät abschaltet. Dies kann im Extremfall dazu führen, dass das Kabel fest geht. Die produzierte Überlänge blockiert das Kabel dann komplett in seiner Bewegung.

- Die seitliche Führung im Rohr durch den großen Luftspalt fehlt – das Kabel kann im Rohr knicken, wenn nicht früh genug abgeschaltet wird.
- Wird das Kabel mit den gleichen Schubkraftbegrenzungen verarbeitet wie bei einem 7/4er Rohr, kann es im Extremfall zum maximalen Schaden kommen.

Fazit:
In der Theorie kann man das 2,5 mm Kabel in die neuen 10/6er Rohre einbringen. Allerdings mit gewissen Risiken bei der Durchführung. In der Praxis sollte man diese Kombination nicht als Regelbauweise planen und durchführen, sondern mit Mikrokabeln arbeiten, die einen Durchmesser größer als 3 mm haben. Diese besitzen zwar immer noch kein Zentralelement, sind aber deutlich besser an den größeren Rohrdurchmesser angepasst.

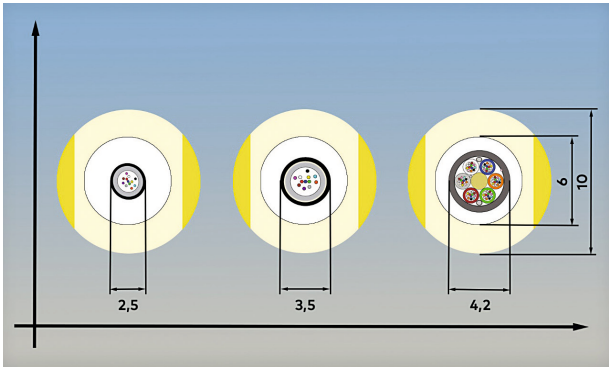

Bild 3:
Größenvergleiche

Auf kritischen 10/6er Strecken oder bei höherem Bedarf an Glasfasern kann man auf verseilte Kabelkonstruktionen mit 4,2 mm Außendurchmesser ausweichen. Diese Kabeltypen bieten dann wieder alle Vorteile eines Kabels mit GFK-Stützelement.