



Quelle: Bilder W. Stelter, Bild 4: Gabocom

## Breitbandausbau mit Glasfaser

# Mikrorohre als Kabelwegsystem

Mikrorohre (MR) und Mikrorohrverbände (MR-V) sind während der Bauphase die auffälligste Komponente im Breitbandausbau mit Glasfaserkabeln. Als Kabelwegsysteme sind Mikrorohre seit etwa 2002 im Einsatz. Durch die rasante Entwicklung bei den Kabeln ist eine breite Palette von Mikrorohrsystemen verschiedener Durchmesser (Bild 1) und Formen mit dem dazugehörigen Zubehör wie Verbinder und Abdichtelementen entstanden.

**Bild 1:** Bunte Mikroröhrchen und Mikrorohrverbände gibt es in verschiedenen Farben und Durchmessern, sie sind die auffälligste Komponente im Breitbandausbau

**M**ikrorohre (MR) sind im Breitbandausbau die Transportwege, in die nach Abschluss der Verlegearbeiten oder auch erst zu einem späteren Zeitpunkt dünne Glasfaserkabel eingeblasen werden. Abhängig vom Rohrdurchmesser erfolgt nach Abschluss der Verlegung das Einbringen von LWL-Mikrokabeln mit Durchmessern bis 5 mm, LWL-Minikabeln mit Durchmessern bis 10 mm oder sogar LWL-Standardkabeln. Allerdings: Mikrokabel und Minikabel sind nicht für das Einziehen oder Einschleiben konstruiert. Sie werden mit Hilfe von Einblasgeräten, die mit Druckluft arbeiten, eingeblasen bzw. »eingejettet«.

### Kabelschutzrohre

Glasfaserkabel werden schon seit den 1980er Jahren in Rohranlagen eingebracht, um die dünnen Kabel vor äußeren Einflüssen im Erdreich zu schützen. Zusätzlich ermöglicht die Kabelverlegung in Rohranlagen die Erweiterung und das Auswechseln der Kabel ohne umfangreiche Tiefbauarbeiten. Die dafür verwendeten schwarzen HD-PE-Rohre werden als Kabelschutzrohre (KSR) bezeichnet und sind mit Durchmessern von 20 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm und 63 mm verfügbar. Das eingesetzte Material, Polyethylen mit hoher Dichte (PE-HD) hat sich für den Aufbau langlebiger Infrastrukturen bewährt. Durch das Einblasen von Mikrorohren in bereits vorhandene Kabelschutzrohre

kann eine Mehrfachnutzung erfolgen und Platz für zukünftige Kabelinstallationen bereitgestellt werden.

### Mikrorohre für den Außenbereich

Mikrorohre werden als Einzelröhrchen mit verschiedenen Durchmessern von 3 mm bis 20 mm hergestellt. Es gibt sie als dickwandige Einzelröhrchen, die direkt erdverlegbar sind und z. B. als Hausanschlussröhrchen im Breitbandausbau eingesetzt werden. Bild 2 zeigt dick- und dünnwandige Einzelröhrchen mit verschiedenen Durchmessern, die mit typischen Mikrokabeln und Minikabeln belegt sind.

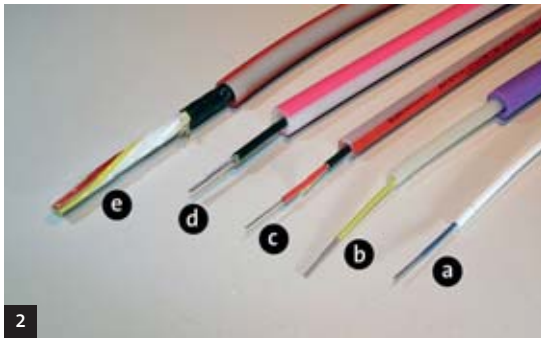
**Dünnwandige Einzelröhrchen** sind nicht direkt erdverlegbar. Sie werden als Rohr-in-Rohr-Lösung z. B. in Kabelschutzrohre eingeblasen oder eingezogen und ermöglichen dadurch eine Mehrfachbelegung von vorhandenen und neu erstellten Rohrtrassen mit Glasfaserkabeln. In ein Kabelschutzrohr 50 mm x 4,6 mm lassen sich sieben Mikroröhrchen 10 mm x 1 mm einblasen (Bild 3). Die Glasfaserkabel werden nach Fertigstellung der Rohranlage oder zu einem späteren Zeitpunkt bedarfsgerecht in die Mikroröhrchen eingeblasen.

### Mikrorohre für den Innenbereich

Für die Verlegung im Außenbereich werden Mikrorohre aus Polyethylen mit hoher Dichte (HD-PE) eingesetzt.



**Autor:**  
Werner Stelter,  
LWL-Seminare am  
BFE Oldenburg



**Bild 2:** Mikroröhre mit verschiedenen Durchmessern als Einzelrohr – **a** = MR 3/2 mm mit Mikrokelch  $\varnothing$  1,1 mm, **b** = MR 5/3,5 mm mit Mikrokelch  $\varnothing$  1,8 mm, **c** = MR 7/4 mm mit Mikrokelch  $\varnothing$  2,5 mm, **d** = MR 10/6 mm mit Mikrokelch  $\varnothing$  2,5 mm und **e** = MR 10/8 mm mit Mikrokelch  $\varnothing$  6 mm

**Bild 3:** In ein KSR 50 mm x 4,6 mm können sieben Einzelröhren mit 10 mm x 1 mm eingeblasen werden



**Bild 4:** Transparente Mikroröhren mit Farbstreifen – die Innenriefung sorgt dafür, dass große Einblaslängen erreicht werden

**Bild 5:** Ein Mikrorohrverband – hier die runde Ausführung, die flache Version wird als »Flatliner« bezeichnet

Mikroröhre für die Verlegung im Innenbereich bestehen aus halogenfreien, flammwidrigen Materialien (FRNC), die eine geringe Rauchgasentwicklung aufweisen.

### Aufbau, Anforderungen und Kenngrößen

Der Querschnitt der Mikroröhre ist kreisrund. Die Typenbezeichnung erfolgt z. B. mit Außendurchmesser und Wandstärke wie 7 mm x 1,5 mm oder mit Außendurchmesser und Innendurchmesser z. B. als 7/4 mm. Beide Bezeichnungen beschreiben ein Mikrorohr mit 7 mm Außendurchmesser und einer Wandstärke von 1,5 mm, das einen Innendurchmesser von 4 mm aufweist.

Mikroröhren ab  $\varnothing$  7 mm sind mit einer Innenriefung (**Bild 4**) versehen, die dafür sorgt, dass beim Einblasvorgang große Einblaslängen erzielt werden. Die Riefentiefe beträgt ca. 0,1 mm. Neben den Angaben zu den Durchmessern werden von den Herstellern die Zugfestigkeit und die Druckfestigkeit angegeben. Die Druckfestigkeit ist ein wichtiger Parameter für das Einblasen. Üblich sind Angaben für die Druckfestigkeit in Pascal (Pa) oder bar. Die Umrechnung dazu lautet: 1 Pa = 100 kPa (Kilopascal). Hier zwei Beispielangaben zu Mikroröhren aus dem Datenblatt eines Herstellers für den max. Einblasdruck:

- direkt erdverlegbares MR – 16 Pa = 1,6 MPa
- nicht direkt erdverlegbares MR – 10 Pa = 1 MPa

Weitere Angaben von den Herstellern sind Biegeradien und Verlegetemperaturen.

### Mehrere Röhren im Mikrorohrverband

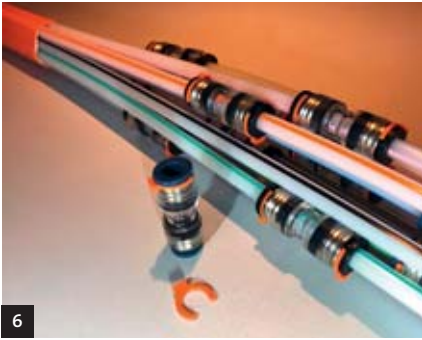
In einem Mikrorohrverband (MR-V) werden mehrere Einzelröhren durch einen zusätzlichen Rohrverbandsmantel zusammengehalten. Es wird sowohl der Begriff »Verband« als auch »Verbund« verwendet. Mikrorohr-

verbände sind in vielen Varianten verfügbar. Es können auch Mikroröhren mit verschiedenen Durchmessern in einem Verband angeordnet sein (**Bild 5**). Die Bündelung der Mikroröhre kann rund (**Bild 6**), flach oder flachklappbar sein. Für die flachen Mikrorohrverbände wird auch der Begriff »Flatliner« verwendet.

Der Rohrverbandsmantel kann aus Polyethylen (PE-HD) oder Polypropylen (PP) bestehen. Die Rohrverbandsmäntel sind in verschiedenen Farben lieferbar. Zur Unterscheidung von mehreren Rohrverbänden im selben Kabelgraben kann aber auch eine zusätzliche Kennzeichnung z. B. in Form von Strichen auf dem Kabelmantel aufgetragen sein.

Die Einzelröhren in einem Mikrorohrverband werden farblich codiert. Üblich sind zwölf verschiedene Farben. Durch den geförderten Breitbandausbau wurde die Zählweise im DIN-Farbcode für Mikroröhren festgelegt, wie sie auch für Fasern und Adern von LWL-Kabeln verwendet wird. Es können durchgefärbte Röhren in bis zu zwölf verschiedenen Farben in einem Rohrverband angeordnet sein. Sind mehr als zwölf Röhren in einem Rohrverband, so kann eine zusätzliche Codierung mit Farbstreifen auf dem Röhren erfolgen.

Transparente Mikroröhren ermöglichen die Erkennung, dass ein Röhren bereits mit einem Kabel belegt ist. Für transparente Röhren ist die farbige Kennzeichnung mit zwei Farbstrichen für die Röhren 1-12 und vier Farbstrichen für die Röhren 13-24 festgelegt. Zusätzlich zur farblichen Kodierung wird von den Herstellern auch die im DIN-Farbcode dazugehörige Zählnummer auf das Röhren gedruckt, um Vertauschungen bei der Verbindung von Mikroröhren in Mikrorohrverbänden weitgehend auszuschließen zu können.



**Bild 6:** Doppelsteckmuffen – der Sicherungsring verhindert ein ungewolltes Lösen der Verbinder

**Bild 7:** Abzweig aus einem Mikrorohrverband für die Erstellung eines Glasfaser-Hausanschlusses



**Bild 10:** EZA auf MR 7/4mm in einem Gf-AP

**Bild 8:** Endkappen für den gas- und wasserdichten Verschluss von Mikrorohren

**Bild 9:** Einzelzugabdichtungen in verschiedenen Ausführungen

### Verbindungselemente & Co.

Für die Abdichtung und Verbindung von Mikrorohren gibt es eine Vielzahl von Elementen:

- **Doppelsteckmuffen (DSM)** dienen zur zugfesten und druckdichten Verbindung von Mikrorohren mit identischen Durchmessern. In Bild 6 ist der Einsatz von Doppelsteckmuffen zur Verbindung von zwei Mikrorohrverbänden dargestellt. Vormontierte Sicherungsclips verhindern ein ungewolltes Lösen der Verbinder. DSM sind meist für die direkte Erdverlegung geeignet und für einen Einblasdruck von 15bar (1,5MPa) spezifiziert. **Wichtig:** Doppelsteckmuffen dürfen nicht in Biegungen installiert werden, damit die Kabel beim Einblasen nicht stecken bleiben. Das Bild 7 zeigt den Abzweig aus einem Mikrorohrverband für einen Glasfaser-Hausanschluss. Die beiden Doppelsteckmuffen sind vor den Biegungen direkt am Rohrverband angeordnet. Die schwarze Abzweighilfe verhindert, dass die minimal zulässigen Biegeradien unterschritten werden. Vor der Wiederherstellung des Sandbetts müssen die Schottersteinchen aus der oberen Tragschicht des Gehweges aus der Baugrube entfernt werden.
- **Reduzier-Steckmuffen (RSM)** ermöglichen die druckdichte und zugfeste Verbindung von Mikrorohren mit unterschiedlichen Durchmessern.
- **Endkappen (EK)** werden auch als Endstopfen bezeichnet und ermöglichen das gas- und wasserdichte Verschließen von nicht belegten Mikrorohren (Bild 8). **Wichtig:** Sobald Mikrorohre in der Erde oder auf dem Boden abgelegt werden, sollte ein gas- und wasserdichter Verschluss der Mikroröhren z.B. durch Endkappen erfolgen.

- **Transportkappen** dienen nur zum kurzzeitigen Verschließen von Mikrorohren als Schutz vor Verunreinigung während dem Transport und bei Handhabung auf der Baustelle. Sie realisieren keinen gas- und wasserdichten Verschluss der Mikrorohre.
- **Einzelzugabdichtungen (EZA)**, die auch als Gas- und Wasserstopp bezeichnet werden, verhindern das Eindringen von Gas und Wasser in Gebäude oder Systemkomponenten wie Netzverteiler und Technik-Standorte, z.B. PoP, im Fall der Beschädigung von Mikroröhren. Sie sind in unterschiedlichen Ausführungen von verschiedenen Herstellern verfügbar (Bild 9). EZA sind typischerweise gas- und wasserdicht bis zu einem Druck von 0,5bar (50kPa), das entspricht 5m Wassersäule. Es sind auch teilbare Versionen verfügbar, bei denen die Dichtungen nicht über die oft mehrere Meter langen Kabelenden geschoben werden müssen. **Wichtig:** Mit Kabeln belegte Mikrorohre sind grundsätzlich mit Einzelzugabdichtungen gas- und wasserdicht zu verschließen. Bild 10 zeigt die Anwendung in einem Glasfaser-Abschlusspunkt (Gf-AP), der im Hausanschlussraum des Teilnehmers installiert wird. ●

### FÜR SCHNELLESER

**Mikroröhren sind** seit 2002 als Kabelwegsysteme im Einsatz

**In Mikrorohre werden** dünne Mikrokabel mit Hilfe von Einblasgeräten eingebracht

**Mikrorohre müssen** immer gas- und wasserdicht verschlossen sein und minimal zulässige Biegeradien müssen bei der Verlegung unbedingt beachtet werden