

Technische Spezifikation

für

Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme

	Technische Spezifikation für Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme	Stand: 29.02.2024 Ersetzt: 05.03.2019 Seite 2 von 27
---	---	--

Erstellt im Arbeitskreis LWL-Erdkabel und -Leitungen in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Nachrichten- und Informationstechnik und der Projektgruppe Qualität aus der UAG Materialkonzept zu §77i Abs. 7 TKG des BMVI.

Gültig für die Gesellschaften der Thüga-Gruppe.

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	5
2	Allgemeine Anforderungen	5
2.1	Normen, Bestimmungen und Vorschriften	5
3	Mikrorohre	6
3.1	Rohrtypen	6
3.2	Werkstoff	6
3.3	Erforderliche Prüfungen	7
3.4	Ausführung	7
3.5	Kennzeichnung	7
3.6	Thermische Eigenschaften	8
3.7	Einblasdruck	8
3.8	Mechanische Eigenschaften	9
3.9	Lieferform	9
4	Mikrorohrverbund	10
4.1	Rohrverbundtypen	10
4.2	Werkstoff Außenmantel	11
4.3	Ausführung	11
4.4	Kennzeichnung	11
4.5	Thermische Eigenschaften	12
4.6	Mechanische Eigenschaften	12
4.7	Lieferform	12
5	Zubehör für Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme	12
5.1	Steckverbinder/Doppelsteckmuffen und Endkappen	12
5.2	Reduziersteckmuffen	13
5.3	Teilbare Einblasmuffe (mit und ohne Gasstop)	14
5.4	Abdichtelemente für Mikrorohre, teilbar	15
5.5	Einzel-/Mehrfachabdichtung für PE-Schutzrohre und Rohrverbunde	16
5.6	Transportkappen	18
5.7	Abdichtelement Set für die Hauseinführung	18
5.8	Einblasmuffen, geteilt	18
5.9	Halbrohre für PE-Schutzrohr	19
5.10	Halbrohr-Muffen-Abzweig	19
5.11	Reparaturmuffen, geteilt	19
5.12	Kennzeichnungsschilder	20
5.13	Abzweigehilfen	20
6	Umweltverträglichkeit	20
7	Nachweise bzw. Prüfzeugnisse	20

8	Qualitätskontrolle, Umweltmanagement und Arbeitsschutz	20
9	Prüfung	21
10	Dokumentation	21
11	Lieferzustand	21
12	Entsorgung	21
13	Zulassungsbedingungen für Lieferungen	22
14	Meldepflicht des Auftragnehmers	22
15	Anhang A1 – Anzuwendende Normen	23
16	Anhang A2 – Eigenschaften	25

	Technische Spezifikation für Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme	Stand: 29.02.2024 Ersetzt: 05.09.2023 Seite 5 von 27
---	---	--

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende technische Spezifikation gilt für Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme.

Kabelschutzrohre ≥ 32 mm Außendurchmesser sind spezifiziert in DIN 16874.

Das Mikrorohrsystem beziehungsweise das Mikrorohrverbundsystem besteht grundsätzlich aus den Mikrokabel-Schutzrohren (im Folgenden als Mikrorohre bezeichnet), Mikro-Rohrverbänden und den für die spezielle Anwendung erforderlichen Anbauteilen.

Das Mikrorohrsystem wird je nach Ausführung direkt erdverlegt oder in bestehende Kabelschutzrohre (auch bei Belegung mit bis zu einem LWL-Kabel) eingeblasen und dient der Aufnahme von Lichtwellenleiter-Mikrokabeln, die nach erfolgter Rohrverlegung eingeblasen werden.

Das Mikrorohrverbundsystem dient zur Aufnahme von Lichtwellenleiter-Mikro-/Minikabeln, die nach erfolgter Rohrverbundverlegung eingeblasen werden. Rohrverbund, Mikrorohre und Anbauteile sind, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, erdverlegbar und benötigen keine weiteren Schutzmaßnahmen. Das Mikrorohr wird in erster Linie zum Abzweigen aus dem Rohrverbund verwendet.

Abweichungen, Änderungen oder Ergänzungen gegenüber dieser technischen Spezifikation bedürfen der schriftlichen Erläuterung durch den Auftragnehmer und sind nur im Rahmen der Angebotsabgabe zulässig. Voraussetzung für die Zustimmung und positive Bewertung durch den Mandatsführer ist der Nachweis einer gleichwertigen oder höheren Qualität bzw. eines besseren Nutzens, z.B. im Rahmen einer technischen Weiterentwicklung.

Ansprechpartner und Leiter des technischen Arbeitskreises:

Ing. Maik Wilkus
Tel.: 089 / 38197-1237
E-Mail: maik.wilkus@thuega.de
Thüga AG
Nymphenburger Straße 39
80335 München

2 Allgemeine Anforderungen

2.1 Normen, Bestimmungen und Vorschriften

Die Rohre und sonstige Bauteile müssen die Anforderungen der in Kapitel 15 (Anhang A1) aufgeführten Normen und Bestimmungen erfüllen, soweit in dieser Spezifikation gefordert.

Grundsätzlich sind alle in der Bundesrepublik Deutschland mitgeltenden Normen, Bestimmungen, Vorschriften, Verordnungen und Gesetze einzuhalten, auch wenn sie in dieser Spezifikation nicht ausdrücklich gefordert werden.

Die Geschäfts- und Verkehrssprache ist deutsch.

Es gilt deutsches Recht. Gerichtsstand ist der Sitz des Auftraggebers.

3 Mikrorohre

3.1 Rohrtypen

Folgende Mikrorohr-Typen (Einzelrohre) werden in den folgenden Abschnitten spezifiziert (Durchmesser x Wanddicke):

Außenanwendung (erdverlegbar oder im Rohr-in-Rohr-System):

- 7x1,5
- 10x2,0
- 12x2,0
- 14x2,0
- 16x2,0
- 20x2,5

Außenanwendung (nur im Rohr-in-Rohr-System):

- 10x1,0

Innenraumanwendung:

- 7x1,5
- 10x1,0
- 10x2,0
- 12x2,0
- 14x2,0

3.2 Werkstoff

Polyethylen hoher Dichte (PE-HD). Die einzelnen Gemengekomponenten und deren Zusammensetzungsverhältnis sind dem Auftragnehmer der Mikrorohre bekannt und können auf Wunsch des Mandatsführers für Überprüfungs-zwecke - insbesondere bei Unklarheiten - an autorisierte Prüfanstalten – weitergegeben werden.

Die Mikrorohre sind in Anlehnung an DIN 16874 im Extrusionsverfahren herzustellen. Das Mikrorohr ist grundsätzlich durchgehend homogen und in der Farbe transparent durchscheinend herzustellen.

Die UV-Stabilisierung von Mikrorohren für Freilagerung auf Spulen hat größer 2 Jahre (1 Jahr bei Innenraum-Mikrorohren) zu sein.

Eine Zumischung von Regenerat bzw. Recyclat ist nicht zulässig.

Inhomogenitäten wie Blasen, Lunker und Fremdkörper dürfen nicht größer als 0,02 mm² sein.

Innenraumausführung:

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen sind die zusätzlichen Brandschutzanforderungen zu beachten. Dies beinhaltet die Eigenschaften nicht flammenausbreitend, raucharm und halogenfrei.

3.3 Erforderliche Prüfungen

3.3.1 UV-Stabilität

Die Freilagerbeständigkeit bzw. UV-Stabilität muss einer 2-jährigen (bzw. 1-jährigen bei Innenraum-Mikrorohren) Außenlagerung in Mitteleuropa entsprechen und ist nach DIN EN ISO 4892-2 zu prüfen. Die Mikrorohre sind nach der Bewitterung einem Zeitstandtest nach DIN EN 1167 Teil 1 und 2 mit Bewertung nach DIN 16874 zu unterziehen, welcher zu bestehen ist.

3.3.2 Inhomogenitäten

Aus drei Probekörpern (Rohrabschnitte) eines Produktionsloses wird mindestens je ein Mikrotomschnitt quer zur Rohrachse von ca. 10µm Dicke entnommen. Bei 75- bis 100-facher Vergrößerung werden die Mikrotomschnitte auf Größe und Charakter möglicher Fehlstellen untersucht, wobei die erfasste Gesamtfläche 100 mm² nicht unterschreiten darf. Treten Inhomogenitäten >0,02 mm² auf, ist die Prüfung auf drei weitere Probekörper auszudehnen.

Wenn bei dieser Prüfung wieder Inhomogenitäten >0,02 mm² auftreten, ist die betroffene Produktionsmenge auszuschneiden.

3.3.3 Brandschutz

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen ist das Einhalten der erhöhten Brandschutzanforderungen (nicht flammenausbreitend nach DIN EN 61386-1, Rauchdichte in Anlehnung an DIN EN 61034-2, Halogenfreiheit nach DIN EN 50642 oder DIN EN 60684-2) nachzuweisen.

3.4 Ausführung

Der Querschnitt des Mikrokabel-Schutzrohres ist kreisrund. Hierbei muss das Mikrorohr an der Rohraußenoberfläche sauber und glatt sein. Die Rohrwand darf keine Krusten, Hohlstellen, Löcher oder Inhomogenitäten aufweisen. Es dürfen keine Fremdkörpereinschlüsse vorhanden sein.

Die Mikrorohre müssen über Längsriefen verfügen, die es ermöglichen, ein Mikro-LWL-Kabel unterschiedlicher Ausführung mittels eines Einblas-Vorganges in das Mikrorohr über eine möglichst große Länge einzubringen. Die Tiefe der Riefen muss gleichmäßig über den Umfang sein.

Die Detailabmessungen und Toleranzen sind in Tabelle 1 im Anhang angegeben.

Die Wandstärke wird gemessen zwischen Außenoberfläche und Riefenspitze der inneren Rille gemäß DIN EN 16874 an mindestens vier gleichmäßig über den Kreisumfang des Schutzrohres verteilten Stellen.

3.5 Kennzeichnung

3.5.1 Kennstreifen am Rohr

Am Rohr sind farbige Kennstreifen diametral anzuordnen. Die Farbe der Rohre muss transluzent sein, um die Kabelbelegung eindeutig erkennen zu können.

Zur Unterscheidung der einzelnen Mikrorohre in einem HDPE-Schutzrohr müssen folgende Farben nach DIN EN 60794-1-1 (VDE 0888-100-1) lieferbar sein:

- | | | |
|--------|---------------------|--------------------------------|
| • rot | Rohr 1 (2 Streifen) | bzw. Rohr 13 (min. 4 Streifen) |
| • grün | Rohr 2 (2 Streifen) | bzw. Rohr 14 (min. 4 Streifen) |

- | | | |
|---------------|----------------------|--------------------------------|
| • blau | Rohr 3 (2 Streifen) | bzw. Rohr 15 (min. 4 Streifen) |
| • gelb | Rohr 4 (2 Streifen) | bzw. Rohr 16 (min. 4 Streifen) |
| • weiß | Rohr 5 (2 Streifen) | bzw. Rohr 17 (min. 4 Streifen) |
| • grau | Rohr 6 (2 Streifen) | bzw. Rohr 18 (min. 4 Streifen) |
| • braun | Rohr 7 (2 Streifen) | bzw. Rohr 19 (min. 4 Streifen) |
| • violett | Rohr 8 (2 Streifen) | bzw. Rohr 20 (min. 4 Streifen) |
| • türkis | Rohr 9 (2 Streifen) | bzw. Rohr 21 (min. 4 Streifen) |
| • schwarz | Rohr 10 (2 Streifen) | bzw. Rohr 22 (min. 4 Streifen) |
| • orange | Rohr 11 (2 Streifen) | bzw. Rohr 23 (min. 4 Streifen) |
| • pink (rosa) | Rohr 12 (2 Streifen) | bzw. Rohr 24 (min. 4 Streifen) |

Die Streifen können auch als Doppel-/Mehrfachstreifen ausgeführt werden.

Abweichend dazu können Mikrorohre für Innenraumanwendungen in der Farbe Natur (weiß) geliefert werden.

3.5.2 Beschriftung

Die Beschriftung des Mikrorohres als Einzelrohr und Einzelrohr im Verbund muss als fortlaufende Signierung ausgeführt sein, welche folgende Informationen in nachstehender Reihenfolge beinhaltet:

- Name der Herstellerfirma bzw. deren Kurzzeichen od. Firmensymbol
- Produktbezeichnung/ Dimension/ Werkstoff/ Herstelldatum (in Kurzform)
- laufendes Metermaß (mind. 4-stellig) von 0000 bis 9999 mit Meterkürzel „m“. Ein Beginn mit „0“ bei Rollenbeginn ist nicht erforderlich. Je Rolle darf eine Maßzahl nur einmal vorkommen. Der Metrierungssprung von 9999 auf 0000 ist nicht zulässig.

Die Kennzeichnung ist nach DIN 1451-1 dauerhaft im Abstand von 1 m längs zur Rohrachse aufzubringen.

Beschriftung:

- Schriftart: Arial oder ähnlich
- Neigung: 90°
- Schriftgröße: mind. 2,5 mm oder der Rohrdimension angepasst

3.6 Thermische Eigenschaften

Transport und Lagerung: -10°C bis +50°C

Installation: -10°C bis +50°C (Innenraumanwendung: -5°C bis +50°C)

Einblasen LWL: -5°C bis +35°C

Dauertemperatur im verlegten Zustand: -40°C bis +50°C

3.7 Einblasdruck

Die Schutzrohre müssen für folgenden Einblasdruck (2h bei 35°C) ausgelegt sein:

- | | |
|----------|----------|
| • 7x1,5 | ≥ 16 bar |
| • 10x1,0 | ≥ 10 bar |
| • 10x2,0 | ≥ 16 bar |
| • 12x2,0 | ≥ 16 bar |
| • 14x2,0 | ≥ 16 bar |
| • 16x2,0 | ≥ 10 bar |
| • 20x2,5 | ≥ 10 bar |

3.8 Mechanische Eigenschaften

Die mechanischen Eigenschaften sind in Tabelle 2 im Anhang festgelegt.

3.8.1 Erforderliche Prüfungen

3.8.1.1 Streckspannung

Die freien Rohrenden eines Mikrorohres sind in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min ein Kraft-Wegdiagramm aufzuzeichnen.

3.8.1.2 Zeitstandfestigkeit (ausgenommen Innenraumanwendung)

Gemäß DIN 16874

Diese Prüfung ist kontinuierlich je Extruder bei Produktionsstart und/oder Dimensionswechsel durchzuführen und nachhaltig zu dokumentieren.

3.8.1.3 Scheiteldruckfestigkeit

Prüfung nach DIN EN 61386, abweichend werden die Werte bei einer Verformung von 15% erreicht.

3.8.1.4 Berstdruck

Das Mikrorohr ist mit Wasser zu befüllen und einseitig zu verschließen. Anschließend wird am anderen Rohrende der Druck bis zum Bersten erhöht.

3.8.1.5 Druck und Durchgängigkeitsprüfung

Jedes Mikrorohr ist einer Druckprüfung und Durchgängigkeitsprüfung vor einer Auslieferung oder Weiterverarbeitung zu unterziehen. Eine erneute zusätzliche Prüfung der einzelnen Mikrorohre nach Herstellung eines Rohrverbundes ist nicht notwendig.

Jedes gefertigte Mikrorohr ist einer Druckprüfung zu unterziehen. Hierbei ist die Spule am Spulenanfang oder Spulenende mit einem Manometer zu versehen. Nach dem Öffnen des Druckluft-Einlasses muss innerhalb einen angemessenen Zeitfensters das Manometer 12 bar anzeigen. Ist dies nicht der Fall, ist die Ware auszuscheiden.

Sobald das Manometer 12 bar anzeigt, ist die Luftzufuhr abzuschließen und es darf innerhalb von 15 Minuten kein größerer Druckabfall als 0,2 bar infolge Volumen- oder Temperaturänderung erfolgen.

3.9 Lieferform

Die Lieferlängen sind an beiden Enden (rechtwinkelig zur Rohrachse geschnitten) mit je einer Verschlusskappe zu verschließen. Diese Verschlusskappen sind so fest anzubringen, dass sie bei Transport- und Verlademanipulationen nicht verloren gehen.

Jede Lieferlänge ist mit einem dauerhaften Etikett (Beschriftung mit unverwischbarer Farbe) zu beschildern, das nachstehende Informationen aufweist:

- Name der Herstellerfirma bzw. deren Kurzzeichen od. Firmensymbol
- Produktbezeichnung
- Artikelnummer
- Lieferlänge in m
- Bezeichnung der Charge bzw. Herstellungsdatum (Tag/Monat/Jahr)

Die Trommellieferung hat jeweils in folgenden Lieferlängen zu erfolgen:

- | | |
|----------|-----------------|
| • 7x1,5 | 1250 m |
| • 10x1,0 | 2500 m |
| • 10x2,0 | 2500 m |
| • 12x2,0 | 1750 m – 2000 m |
| • 14x2,0 | 1250 m – 1500 m |
| • 16x2,0 | 1000 m – 1200 m |
| • 20x2,5 | 600 m – 1400 m |

Andere Längen sind zwischen Lieferant und Auftraggeber zu vereinbaren.

Spulenabmessungen:

Außendurchmesser: max. 1200 mm (700 mm bei 7 x 1,5)

Innendurchmesser: ca. 470 mm

Breite: max. 390 mm (700 mm bei 20x2,5)

Das innere Rohrende muss (z.B. über eine Fräsung) am Spulenseitenflansch erreichbar sein.

4 Mikrorohrverbund

4.1 Rohrverbundtypen

Folgende Mikrorohrverbundtypen werden in den folgenden Abschnitten spezifiziert

(Anzahl der Mikrorohre x Außendurchmesser x Wandstärke):

3x7x1,5

4x7x1,5

7x7x1,5

8x7x1,5 + 1x12x2,0

12x7x1,5

14x7x1,5

22x7x1,5 + 1x12x2,0

24x7x1,5

8x10x2,0

12x10x2,0

3x12x2,0

7x12x2,0

2x14x2,0

7x14x2,0

3x16x2,0

4x16x2,0

7x16x2,0

4x20x2,5

Weitere unterschiedliche Anzahlen von Einzelrohren sowie projektspezifische Mikrorohrverbundtypen (z.B. 24x7x15 + 1x14x2,0) sind möglich und können nach Absprache mit dem Auftraggeber konfiguriert werden.

Die Einzelrohre sind im Verbund in ihrer Farbanordnung vom Hersteller immer gleich anzuordnen.

4.2 Werkstoff Außenmantel

Der Werkstoff ist Polypropylen (PP) oder Polyethylen hoher Dichte (PE-HD). Die einzelnen Gemengekomponenten und deren Zusammensetzungsverhältnis sind dem Auftragnehmer des Rohrverbundes bekannt und können auf Wunsch des Mandatsführers für Überprüfungszwecke - insbesondere bei Unklarheiten - an autorisierte Prüfanstalten weitergegeben werden.

Die Grundfärbung des Rohrverbundes ist grundsätzlich durchgehend homogen und vorzugsweise in oranger Farbe herzustellen (andere Farben nach Rücksprache).

Eine Zumischung von Regenerat bzw. Recyclat ist nicht zulässig. Der Einsatz von Umlaufmaterial ist unter der Berücksichtigung der technischen Spezifikationen möglich.

Die UV-Stabilisierung des Mantels und der enthaltenen Mikrorohre für Freilagerung auf Spulen hat größer 2 Jahre zu sein.

4.2.1 Prüfung UV-Stabilität

Die Freilagerbeständigkeit bzw. UV-Stabilität muss einer 2-jährigen Außenlagerung in Mitteleuropa entsprechen und ist nach DIN EN ISO 4892-2 zu prüfen. Der Mantel darf nach der Bewitterung keine Versprödung aufweisen. Das Biegeverhalten muss dem des unbewitterten Mantels entsprechen.

4.3 Ausführung

Ein Mikrorohrverbund besteht aus einzelnen Mikrorohren aus PE-HD, die mit einem eng anliegenden Außenmantel gebündelt werden. Bei alternativen Verlegemethoden (z.B. horizontale Spülbohrung, Trenching, Pflügen) kann bei Erkennen einer Notwendigkeit ein verstärkter Außenmantel (bis 3mm, auf Ovalisierung achten) gewählt werden.

Die einzelnen Mikrorohre müssen die technischen Anforderungen aus Kapitel 3 erfüllen.

Die Manteloberfläche muss sauber und glatt sein. Die Mantelwand darf keine Krusten, Hohlstellen, Löcher oder Inhomogenitäten aufweisen. Es dürfen keine Fremdkörpereinschlüsse vorhanden sein.

Die Rohrverbunde müssen zur direkten Erdverlegung bzw. zum Einziehen in bestehende Schutzrohre geeignet sein.

Die üblichen Außendurchmesser für Mikrorohrverbunde sind in Tabelle 3 im Anhang angegeben.

4.4 Kennzeichnung

Die jeweils gleichartigen Mikrorohre in einem Rohrverbund sind gemäß Abschnitt 3.5 zu kennzeichnen. Einzelne Mikrorohre anderer Dimension innerhalb eines Rohrverbunds haben die Farbe natur (ohne Farbstreifen).

Die Beschriftung des Mantelrohres muss als fortlaufende Signierung ausgeführt sein, welche folgende Informationen in nachstehender Reihenfolge beinhaltet:

- Name der Herstellerfirma bzw. deren Kurzzeichen od. Firmensymbol
- Produktbezeichnung/ Dimension/ Werkstoff/ Herstelldatum (in Kurzform), Uhrzeit

- laufendes Metermaß (mind. 4-stellig) von 0000 bis 9999 mit Meterkürzel „m“. Der Metrierungssprung von 9999 auf 0000 ist nicht zulässig.

Die Kennzeichnung ist nach DIN 1451-1 im Abstand von max. 1 m dauerhaft längs zur Rohrachse auf das Mantelrohr aufzubringen.

Beschriftung:

- Schriftart: Arial oder ähnlich
- Neigung: 90°
- Schrifthöhe: mind. 6,0 mm

4.5 Thermische Eigenschaften

Transport und Lagerung: -10°C bis +50°C

Installation: -10°C bis +50°C

Dauertemperatur im verlegten Zustand: -40°C bis +50°C

4.6 Mechanische Eigenschaften

Die mechanischen Eigenschaften sind in Tabelle 4 im Anhang festgelegt.

4.7 Lieferform

Die Lieferlängen sind an beiden Enden (rechtwinkelig zur Rohrachse geschnitten) mit Verschlusskappen zu verschließen. Diese Verschlusskappen sind so fest anzubringen, dass sie bei Transport- und Verlademanipulationen nicht verloren gehen.

Jede Lieferlänge ist mit einem dauerhaften Etikett (Beschriftung mit unverwischbarer Farbe) zu beschildern, das nachstehende Informationen aufweist:

- Name und Adresse des Herstellers
- Produkt-Name und Dimension
- Herstellungsdatum
- Farbe des Mantelrohrs
- Lieferlänge in m
- Artikelnummer

Der Rohrverbund wird auf Spulen geliefert. Die Spulen müssen so konstruiert sein, dass weder Beschädigungen noch Druckstellen an den Rohren auftreten können. Das innere Ende des Rohrverbundes wird am Spulenkern bzw. Trommelwand befestigt. Der Trommelflansch muss als geschlossene Wand ausgeführt sein, um auch seitlich Druckstellen zu vermeiden und eine UV-Stabilität zu erreichen. Die oberste Lage auf der Trommel des Rohrverbandes muss mit UV-Schutzfolie umwickelt sein.

5 Zubehör für Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme

Das Zubehör muss für alle Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme, die dieser Spezifikation entsprechen, die unten angegebenen Anforderungen erfüllen, unabhängig vom Auftragnehmer und Hersteller.

5.1 Steckverbinder/Doppelsteckmuffen und Endkappen

Diese dienen zum Verbinden bzw. zum Abschluss von Mikrorohren aus Kapitel 3.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Lösbar und wieder verwendbar
- Geeignet für direkte Erdverlegung (auch ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen wie z.B. Schutzhüllen)
- Einblasdruck: bis 15 bar
- Berstdruck: ≥ 30 bar
- Gas- und wasserdicht (0,5 bar)
- Verwendung ausschließlich von nichtrostenden Materialien
- beständig gegen übliche Gleitmittel die zum Einblasen erforderlich sind
- beständig gegen im natürlichen Erdreich vorkommende Säuren, Salze und Laugen
- Sicherung gegen unbeabsichtigtes Lösen.
- Mehrfacher Montageeinsatz im Temperaturbereich von -10 bis $+50^{\circ}$ C.
- Nach DIN EN 50411-2-8

Innenraumausführung:

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen sind die zusätzlichen Brandschutzanforderungen zu beachten. Dies beinhaltet die Eigenschaften nicht flammenausbreitend, raucharm und halogenfrei.

5.1.1 Spezielle Eigenschaften

Die speziellen Eigenschaften sind in Tabelle 5 im Anhang angegeben.

5.1.2 Erforderliche Prüfungen

5.1.2.1 Berstdruck

Das Mikrorohr ist mit Wasser zu befüllen und einseitig zu verschließen. Anschließend wird am anderen Rohrende der Druck bis zum Bersten erhöht.

5.1.2.2 Auszugsfestigkeit

Zwei Mikrorohrstücke sind mit einer Doppelsteckmuffe zu verbinden. Die freien Rohrenden sind in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min ein Kraft-Wegdiagramm aufzuzeichnen.

5.1.2.3 Brandschutz

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen ist das Einhalten der erhöhten Brandschutzanforderungen (nicht flammenausbreitend nach DIN EN 61386-1, Rauchdichte in Anlehnung an DIN EN 61034-2, Halogenfreiheit nach DIN EN 50642 oder DIN EN 60684-2) nachzuweisen.

5.2 Reduziersteckmuffen

Diese dienen zum Verbinden von Mikrorohren mit folgenden unterschiedlichen Außendurchmessern:

- 10 mm und 7 mm
- 10 mm und 7 mm (für Innenraumanwendungen)
- 12 mm und 10 mm
- 12 mm und 10 mm (für Innenraumanwendungen)
- 14 mm und 12 mm

- 16 mm und 14 mm

Es sind die technischen und allgemeinen Eigenschaften aus Kapitel 5.1 einzuhalten. Außerdem sind die erforderlichen Prüfungen aus Abschnitt 5.1.2 nachzuweisen.

Innenraumausführung:

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen sind die zusätzlichen Brandschutzanforderungen zu beachten. Dies beinhaltet die Eigenschaften nicht flammenausbreitend, raucharm und halogenfrei.

5.2.1 Spezielle Eigenschaften

Die speziellen Eigenschaften sind in Tabelle 6 im Anhang angegeben.

5.3 Teilbare Einblasmuffe (mit und ohne Gasstop)

Diese dienen zum Verbinden von mit Mikrokabeln belegten Mikrorohren mit folgenden Außendurchmessern:

- 7 mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm
- 10 mm auf 12 mm
- 7 mm, 10 mm, 12 mm für Innenraumanwendungen

Einblasmuffen mit Gasstop dichten und fixieren zusätzlich das Mikrorohr zum Kabel.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Einblasmuffe ohne Gasstop:
 - wieder verwendbarer, teilbarer Verbinder
 - zum gas- und wasserdichten Abdichten (Rohrinneres zu Rohrumgebung) von mit Kabeln belegten Mikrorohren
 - Druckfestigkeit: ≥ 10 bar / 30 min
- Einblasmuffe mit Gasstop:
 - wieder verwendbarer, teilbarer Verbinder
 - zum gas- und wasserdichten Abdichten (dichtet Rohrinneres des Mikrorohres in Längsachse) von mit Kabeln belegten Mikrorohren
 - gas- und wasserdicht: $\geq 0,5$ bar
 - Verwendung auch für nachträgliche Montage an belegten Mikrorohren durch teilbares Gehäuse und Dichtung
- Einsatz im Temperaturbereich von -10°C bis $+50^{\circ}\text{C}$
- Montage und Installation ohne Spezialwerkzeug

Innenraumausführung:

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen sind die zusätzlichen Brandschutzanforderungen zu beachten. Dies beinhaltet die Eigenschaften nicht flammenausbreitend, raucharm und halogenfrei.

5.3.1 Spezielle Eigenschaften

Die speziellen Eigenschaften sind in Tabelle 7 im Anhang angegeben.

5.3.2 Erforderliche Prüfungen

5.3.2.1 Druckfestigkeit ohne Gasstop

Zwei Mikrorohrstücke (Länge 20cm) sind mit einer Einblasmuffe ohne Gasstop zu verbinden. Ein freies Rohrende ist zu verschließen. Das Rohrinne ist dann mit einem entsprechenden Prüfaufbau mit einem Prüfdruck (Wasser) von 10 bar zu belasten. Prüfdauer 30 min. Es darf kein Wasser austreten. Ein Druckabfall ist nachzuregeln.

5.3.2.2 Druckfestigkeit mit Gasstop

Zwei Mikrorohrstücke (Länge 20cm) mit eingebrachtem Mikrokabel sind mit einer Einblasmuffe mit Gasstop zu verbinden. Ein Rohrende wird an eine geeignete Prüfeinrichtung angeschlossen, das Rohrinne wird dann mit einem Prüfdruck (Luft) von 0,5 bar belastet. Prüfdauer 30 min. Die Prüfung ist mit in ein Wasserbad eingelegter Einblasmuffe durchzuführen. Ein Druckabfall von max. 10% ist zulässig.

5.3.2.3 Auszugsfestigkeit Mikrorohr (mit / ohne Gasstop)

Zwei Mikrorohrstücke sind mit einer Einblasmuffe zu verbinden. Die freien Rohrenden sind in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min Kraft aufzubringen.

5.3.2.4 Auszugsfestigkeit Kabel (mit Gasstop)

Zwei Mikrorohrstücke sind mit einer Einblasmuffe mit Gasstop zu verbinden. Ein freies Rohrende und ein in das Mikrorohr eingebrachte Mikrokabel sind in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min Kraft aufzubringen.

5.3.2.5 Brandschutz

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen ist das Einhalten der erhöhten Brandschutzanforderungen (nicht flammenausbreitend nach DIN EN 61386-1, Rauchdichte in Anlehnung an DIN EN 61034-2, Halogenfreiheit nach DIN EN 50642 oder DIN EN 60684-2) nachzuweisen.

5.4 Abdichtelemente für Mikrorohre, teilbar

Diese dienen dem Abdichten von Mikrorohren mit oder ohne Mikrokabel am Mikrorohrende für folgende Mikrorohr-Außendurchmesser:

- 7 mm (Abdichtbereich bis 4,0mm)
- 7 mm (für Innenraumanwendungen, Abdichtbereich bis 4,0mm)
- 10 mm (Abdichtbereich bis 6,5 mm)
- 10 mm (für Innenraumanwendungen, Abdichtbereich bis 6,5 mm)
- 12 mm (Abdichtbereich bis 8,0 mm)
- 12 mm (für Innenraumanwendungen, Abdichtbereich bis 8,0 mm)
- 14 mm (Abdichtbereich bis 9,5 mm)
- 14 mm (für Innenraumanwendungen, Abdichtbereich bis 9,5 mm)
- 16 mm (Abdichtbereich bis 11,0 mm)
- 20 mm (Abdichtbereich bis 13,0 mm)

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- wieder verwendbares, teilbares Abdichtelement zu Mikrokabeln
- zum Abdichten von Mikrorohren (mind. 0,5 bar)
- Verwendung auch für nachträgliche Montage an belegten Mikrorohren durch teilbares Gehäuse und Dichtung
- Verwendbar auch für zunächst unbelegte Mikrorohre
- Sicherheitsfunktion zur Begrenzung eines etwaigen Überdruckes im Rohrinernen auf unter 10 bar
- Unbegrenzter Einsatz im Temperaturbereich von -10°C bis +50°C
- Montage / Installation ohne Spezialwerkzeug möglich.

Innenraumausführung:

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen sind die zusätzlichen Brandschutzanforderungen zu beachten. Dies beinhaltet die Eigenschaften nicht flammenausbreitend, raucharm und halogenfrei.

5.4.1 Spezielle Eigenschaften

Die speziellen Eigenschaften sind in Tabelle 8 im Anhang angegeben.

5.4.2 Erforderliche Prüfungen

5.4.2.1 Druckfestigkeit

Das Ende eines Mikrorohrstückes (Länge 20 cm) ist mit einer Einzelzugabdichtung abzuschließen. Das andere Rohrende wird an eine geeignete Prüfeinrichtung angeschlossen, das Rohrinne wird dann mit einem Prüfdruck (Luft) von 0,5 bar belastet. Prüfdauer 30 min. Die Prüfung ist mit in ein Wasserbad eingelegter Einzelzugabdichtung durchzuführen. Ein Druckabfall von max. 10% ist zulässig.

Anschließend ist der Druck kontinuierlich zu erhöhen. Die Einzelzugabdichtung muss sich vor Erreichen eines Druckes von 10 bar vom Mikrorohr ablösen.

5.4.2.2 Auszugsfestigkeit

Ein Mikrorohrstück ist mit einer Einzelzugabdichtung abzuschließen. Das freie Rohrende einerseits und die Einzelzugabdichtung andererseits sind in eine geeignete Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min Kraft aufzubringen.

5.4.2.3 Brandschutz

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen ist das Einhalten der erhöhten Brandschutzanforderungen (nicht flammenausbreitend nach DIN EN 61386-1, Rauchdichte in Anlehnung an DIN EN 61034-2, Halogenfreiheit nach DIN EN 50642 oder DIN EN 60684-2) nachzuweisen.

5.5 Einzel-/Mehrfachabdichtung für PE-Schutzrohre und Rohrverbunde

5.5.1 Abdichtung für PE-Schutzrohre

Diese dient zum Abdichten von Rohr-in-Rohr-Belegungen (Mikrorohre in PE-Schutzrohren). In der folgenden Tabelle sind die maximalen Belegungen bei Einblastechnik angegeben, die abgedichtet werden müssen:

Außendurchmesser PE- Schutzrohr	DA7	DA10	DA12	DA14	DA16
32 mm	7	3	2	1	1
40 mm	10	5	4	2	1
50 mm	10	7	5	3	3
63 mm	10	7	7	4	3

Für Einzugstechnik können höhere Belegungen möglich sein, wo gesondert Abdichtelemente beschafft werden müssen.

Auch Kombinationen von Mikrorohren unterschiedlicher Größe bzw. Kombinationen von Mikrorohren mit Standard-Erdkabeln sollen durch den Einsatz entsprechender Formteile möglich sein.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Wieder verwendbar und teilbar
- Gas- und wasserdicht: $\geq 0,5$ bar
- Verwendbar auch für nachträgliche Montage von belegten Rohren, durch teilbares Gehäuse und Dichtung.
- Nicht genutzte Öffnungen können mit Blindstopfen verschlossen werden, auf Wunsch werksseitig vormontiert
- Auszugsfestigkeit Mikrorohr aus Einzelzugabdichtung ≥ 50 N
- Auszugsfestigkeit der Einzelzugabdichtung vom Schutzrohr ≥ 1000 N (bei DN32, DN40) bzw. ≥ 1200 N (bei DN50, DN63)
- Unbegrenzter Montage-Einsatz im Temperaturbereich von -10°C bis $+50^{\circ}\text{C}$.
- Montage / Installation ohne Spezialwerkzeug möglich.

5.5.2 Erforderliche Prüfungen

5.5.2.1 Druckfestigkeit

a) Ein HDPE-Rohr bzw. Mantelrohr (Länge 20 cm) ist mit der jeweiligen Einzelzugabdichtung zu verschließen.

Das andere Rohrende wird an eine geeignete Prüfeinrichtung angeschlossen, das Rohrinne wird dann mit einem Prüfdruck (Luft) von 0,5 bar belastet. Prüfdauer 30 min.

Ein Druckabfall von max. 10% ist zulässig.

b) Anschließend ist die Einzelzugabdichtung mit der max. Anzahl von Mikrorohren zu belegen. Die Mikrorohre sind zu verschließen. Das andere Rohrende wird an eine geeignete Prüfeinrichtung angeschlossen, das Rohrinne wird dann mit einem Prüfdruck (Luft) von 0,5 bar belastet. Prüfdauer 30 min. Ein Druckabfall von max. 10% ist zulässig.

5.5.2.2 Auszugsfestigkeit Einzelzugabdichtung vom HDPE-Rohr bzw. Mantelrohr

Ein HDPE-Rohr bzw. Mantelrohr ist mit einer Einzelzugabdichtung abzuschließen. Das freie Rohrende einerseits und die Einzelzugabdichtung andererseits sind in eine geeignete Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min Kraft aufzubringen.

5.5.2.3 Auszugsfestigkeit Mikrorohr aus Einzelzugabdichtung

Ein HDPE-Rohr DA50 ist mit Mikrorohren zu befüllen. Die Anzahl der Mikrorohre richtet sich nach der jeweiligen Type, wobei alle Auslässe zu belegen sind. Ein freies Mikrorohrende einerseits und das HDPE-Rohrende andererseits sind in eine geeignete Zugmaschine

einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min Kraft aufzubringen.

5.6 Transportkappen

Diese dienen der Vermeidung von Verunreinigung der Mikrorohre während dem Transport und auf der Baustelle und zum Verschließen unbelegter Rohre folgender Außendurchmesser:

- 7 mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm, 20 mm

5.7 Abdichtelement Set für die Hauseinführung

Diese dienen zur Hauseinführung von Mikrorohren mit folgenden Durchmessern:

- 7x1,5
- 10x2,0
- 12x2,0

Das Mikrorohr muss zur Wand hin umgelenkt werden.

5.7.1 Kellereinführung

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Dicht gegen Gas und Wasser bis 10 mWS (1,0 bar) zwischen den oben angegebenen Mikrorohren und der Kernbohrung, gas- und wasserdichte Abdichtung in Längsrichtung 5 m (0,5 bar) zwischen Kabel und Mikrorohr.

5.7.2 Hauseinführung oberirdisch

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Spritzwasserschutz nach IP 65 zur Außenwand, gas- und wasserdichte Abdichtung in Längsrichtung 5 m WS (0,5 bar) zwischen Kabel und Mikrorohr.

5.8 Einblasmuffen, geteilt

Diese dienen zum Verbinden von PE-Schutzrohren DA40 bzw. DA50 an Einblasstellen.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Geeignet für Kabelschutzrohre mit DA40 bzw. DA50
- Zugelassen für einen Einblasdruck bis 10 bar am Kompressor
- Bestehend aus zwei Gehäusehälften mit vormontierter Dichtung, Klemmringsen und Verbindungs-Klammern.
- Auszugsfestigkeit bei DA40: mind. 1300 N
- Auszugsfestigkeit bei DA50: mind. 1500 N
- Teilbar bzw. geeignet zur Reparatur von belegten Kabelrohren

5.8.1 Erforderliche Prüfungen

5.8.1.1 Druckfestigkeit

Zwei HDPE-Rohre DA40 bzw. DA50 sind mit einer Einblasmuffe zu verbinden. Ein freies Rohrende ist zu verschließen. Das Rohrinne ist dann mit einem entsprechenden Prüfaufbau mit einem Prüfdruck (Luft) von 10 bar zu belasten. Die Prüfung ist mit in ein Wasserbad eingelegter Einzelzugabdichtung durchzuführen. Es darf keine Luft austreten. Prüfdauer 30 min. Ein Druckabfall ist nachzuregeln.

5.8.1.2 Auszugsfestigkeit

Zwei HDPE-Rohre DA40 bzw. DA50 sind mit einer Einblasmuffe zu verbinden. Die freien Rohrenden sind in einer geeigneten Zugmaschine einzuspannen. Anschließend ist mit einer Auszugsgeschwindigkeit von 100 mm/min Kraft aufzubringen.

5.9 Halbrohre für PE-Schutzrohr

Diese dienen in Verbindung mit den geteilten Einblasmuffen zum Verschließen bzw. Verbinden von HDPE-DA40- bzw. HDPE-DA50-Rohren an Reparatur- bzw. Einblasstellen.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Länge mind. 2000 mm
- Geeignet für Kabelschutzrohre mit DA40 bzw. DA50
- Zugelassen für einen Einblasdruck bis 10 bar
- Gas- und wasserdicht: $\geq 0,5$ bar
- Geteilt bzw. geeignet zur Reparatur von belegten Kabelrohren

Prüfung Druckfestigkeit / Auszugsfestigkeit:

Die Prüfungen erfolgen in Anlehnung an die oben genannten Druck- und Auszugsfestigkeiten.

5.10 Halbrohr-Muffen-Abzweig

Diese dienen zum Herstellen von Abzweigen von Mikrorohren ausgehend vom HDPE-Hauptrohr.

Technische bzw. Allgemeine Eigenschaften:

- Geeignet für einen Abzweig von einem Hauptrohr DA50 (DA63 mit Reparaturmuffe DA50/63 aus Punkt 5.11) zu einem Abzweigrohr mit DA50 in einem max. Winkel von max. 30°
- Gas- und wasserdicht: $\geq 0,5$ bar
- Zugfestigkeit: mind. 1500 N
- Verbindung der Gehäusehälften durch mitgelieferte Verbindungsklammern
- Kompatibel zu den gas- und wasserdichten Halbrohren

Prüfung Druckfestigkeit / Auszugsfestigkeit:

Die Prüfungen erfolgen in Anlehnung an die vorangeführten Druck- und Auszugsfestigkeiten.

5.11 Reparaturmuffen, geteilt

Diese dienen zum Verschließen bzw. Verbinden von HDPE- DA50 und DA63 Rohren bzw. Halbrohren DA50 an Einblasstellen.

Technische bzw. Allgemeine Eigenschaften:

- Länge mind. 450 mm
- Geeignet für Kabelschutzrohre mit DA50/DA63
- Gas- und wasserdicht: $\geq 0,5$ bar
- Bestehend aus zwei Gehäusehälften mit vormontierter Dichtung, Klemmringsen und Verbindungs-Klammern.
- Auszugsfestigkeit mind. 1500 N

- Geteilt bzw. geeignet zur Reparatur von belegten Kabelrohren

Prüfung Druckfestigkeit / Auszugsfestigkeit:

Die Prüfungen erfolgen in Anlehnung an die vorangeführten Druck- und Auszugsfestigkeiten.

5.12 Kennzeichnungsschilder

Diese dienen zur Kennzeichnung von belegten und unbelegten Mikrorohren DA7, DA10, DA12, DA14, DA16 und DA20.

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Dauerhaft beschrift- bzw. beschreibbar (z.B. Edding) und Abdeckschild geschützt
- Mit oder ohne Rohrverschluss

5.13 Abzweigeilfen

Diese dienen zum geführten redundanten oder einseitigem Abzweigen von Mikrorohren aus einem erdverlegten Rohrverbund unter 90°.

Technische bzw. Allgemeine Eigenschaften:

- Mit oder ohne Positionierung und Fixierungshilfe für einen Ortungs-Kugelmärker

6 Umweltverträglichkeit

Der Aufbau der Rohre muss so erfolgen, dass die jeweiligen gesetzlichen Bestimmungen bzgl. Umweltverträglichkeit, Sicherheit (z. B. bei Brand), Entsorgungsfähigkeit und ggf. Wiederverwertbarkeit durch den Hersteller oder Auftragnehmer sicher eingehalten werden. Eine Gesundheitsgefährdung durch Handhabung (insbesondere Montage und Verlegung) oder in besonderen Situationen (z. B. Brand, aggressive Umgebungsbedingungen) muss ausgeschlossen sein. Die in den Rohren verwendeten Stoffe dürfen nicht toxisch sein und keinen unangenehmen Geruch besitzen.

Die Rohre sind nach dem aktuellen Stand der Umwelt und Sicherheitstechnik herzustellen.

Die Rohre haben insbesondere bezüglich der verwendeten Materialien dem aktuellen Stand der Technik zu entsprechen.

Der Lieferant hat alle Anforderungen bzgl. Umweltverträglichkeit und Brandverhalten auf Anforderung nachzuweisen und in einer Form zur Verfügung zu stellen, dass eine unabhängige Beurteilung durch die zuständige Fachabteilung des Auftraggebers oder durch Dritte möglich ist.

7 Nachweise bzw. Prüfzeugnisse

Die Prüfungen sind als Typprüfungen grundsätzlich mit jeweils 3 Prüflingen durchzuführen, wobei Anbauteil- Prüflinge im Vorfeld 5 Montage/Demontagezyklen zu unterwerfen sind.

Alle Prüfungen sind bei einer Umgebungs- bzw. Wassertemperatur von 20°C (+/-2°C) durchzuführen.

8 Qualitätskontrolle, Umweltmanagement und Arbeitsschutz

Der Auftragnehmer hat ein durchgängiges Qualitätskontrollsystem entsprechend DIN EN ISO 9001 nachzuweisen (offizielles Prüfcertifikat ist vorzulegen), das eine kontinuierliche

Sicherung der in dieser Spezifikation geforderten und durch den Auftragnehmer zugesicherten gleichbleibenden Produkteigenschaften gewährleistet.

Für die Fertigungsstandorte ist ein Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001 oder vergleichbar vorzusehen und von einem akkreditierten Dienstleister zu zertifizieren.

Für die Fertigungsstandorte ist ein Arbeitsschutzmanagementsystem nach DIN ISO 45001 oder vergleichbar vorzusehen und es wird empfohlen, dies von einem akkreditierten Dienstleister zu zertifizieren.

9 Prüfung

Der Mandatsführer behält sich vor, jederzeit ein Audit des Fertigungsstandortes vorzunehmen oder vornehmen zu lassen. Dabei können auch Bauteile aus der laufenden Produktion entnommen werden, um diese zu prüfen.

10 Dokumentation

Dokumentation und Anwendung eines Qualitätssicherungssystems auf Basis der DIN EN ISO 9001 betrifft Produktion und Montage.

Auf Anforderung des Mandatsführers sind vom Auftragnehmervorzulegen:

- Ein gültiges QS-Zertifikat für die Fertigungsstätte nach DIN EN ISO 9001 und ISO 14001. Die Zertifizierungsstelle muss bei der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) oder bei einer Stelle, die Mitglied der European co-operation for Accreditation (EA) ist, akkreditiert sein.
- Ggf. Nachweise über die Gültigkeit des QS-Zertifikates und die regelmäßige Überwachung durch die Zertifizierungsstelle.
- Konformitätserklärung des Auftragnehmers für Zusatzforderungen aus dieser Spezifikation.

Ferner sind dem Anwender alle geforderten produktspezifischen Dokumentationen, Nachweise und Prüfprotokolle auf Verlangen in zweifacher Ausfertigung zu übergeben.

Alle Unterlagen, Dokumente und Beschreibungen sowie Hinweis-, Typen-, Warnschilder usw. sind in deutscher Sprache auszuführen. Übersetzungen sind mit dem Originaltext zu übergeben.

Alle Dokumente, Nachweise und Prüfberichte sind auf Verlangen des Auftraggebers in elektronischer Form (z.B. im PDF-Format) zu übergeben.

11 Lieferzustand

Zugelassen sind stabile Spulen in einwandfreiem Zustand mit einem ausreichend glatten Kern. Eine Rückgabemöglichkeit muss gegeben sein.

Auf den Versandspulen sind wetterfest und gut lesbar Kabel-Hersteller, vollständige Kabelkennzeichnung nach DIN VDE, Lieferlänge, Bündel und Faserzahl, Spulen-Nr. und Rollrichtungspfeil anzubringen.

Das Rohr bzw. der Rohrverbund ist lagengerecht, eng aneinander liegend und zufallsunabhängig aufzutrommeln. Kreuzungen und Schlaufen sind unzulässig.

12 Entsorgung

Mit der Lieferung der Rohre verpflichtet sich der Auftragnehmer, die Möglichkeiten für eine Entsorgung / Wiederverwertung auf der Grundlage der entsprechenden deutschen Gesetze, Vorschriften und Verordnungen aufzuzeigen.

13 Zulassungsbedingungen für Lieferungen

Die technische Produktzulassung kann erfolgen, wenn der Auftragnehmer zu seinen Lasten anhand eines Musters die seitens des Mandatsführers geforderten und durch den Auftragnehmer zugesicherten Produkteigenschaften nachweist, die Eignung für den betrieblichen Einsatz durch entsprechende Erprobung oder Referenzen belegt, die geforderten Prüfzertifikate beibringt und eventuelle Auflagen des Mandatsführers erfüllt.

Die Durchführung der Zulassungsprüfung bzw. die Bemusterung kann auch durch einen vom Mandatsführer bestimmten Prüfer erfolgen. Der Mandatsführer ist berechtigt, jederzeit die Einhaltung der Produkteigenschaften und Qualitätsparameter zu prüfen bzw. prüfen zu lassen.

Bei Produktmängeln können sämtliche dadurch verursachte Kosten (Aufwand für fehlerhaftes Teil und neue Produktmuster) dem Auftragnehmer in Rechnung gestellt werden.

Jede Abänderung eines auf Basis dieser Spezifikation zugelassenen Produktes muss neu zugelassen, gegebenenfalls neu verhandelt werden. Das gilt auch für das Herstellungsverfahren und die verwendeten Materialien.

Änderungen während einer laufenden Bestellung sind nur im gegenseitigen Einvernehmen zulässig. Voraussetzung für die Zustimmung und positive Bewertung durch den Mandatsführer ist der Nachweis einer gleichwertigen oder höheren Qualität bzw. eines besseren Nutzens, z.B. im Rahmen einer technischen Weiterentwicklung.

Eventuelle Zulieferer sind dem Mandatsführer in begründeten Fällen auf Anfrage zu nennen. Werden vom Auftragnehmer Neuentwicklungen in Aussicht gestellt, diese aber nicht innerhalb einer vereinbarten Frist realisiert, kann der Auftraggeber den Auftrag annullieren.

Bei Verlagerung der Produktion, auch nur von Teilmengen, ist der Mandatsführer in Kenntnis zu setzen. Produktionsstätten, die nicht Gegenstand des letzten Präqualifikationsverfahrens des betreffenden Auftragnehmers waren, sind meldepflichtig und während eines laufenden Auftrages nur im gegenseitigen Einvernehmen zugelassen.

14 Meldepflicht des Auftragnehmers

Nach der Feststellung eines Produktmangels durch den Auftragnehmer ist der Mandatsführer unverzüglich zu informieren. Mögliche weitere fehlerhafte Produktlieferungen sind zu benennen. Alle betroffenen Unternehmen der Thüga-Gruppe sind unaufgefordert schriftlich in Kenntnis zu setzen.

Folgende Angaben müssen hierbei – soweit zutreffend - aufgeführt sein:

- Lieferzeitraum
- Liefermenge
- Fertigungszeitraum
- Chargennummer
- Fertigungsstandort
- Material (z.B. HD-PE) / Typ
- Dimension / Durchmesser
- Genaue Beschreibung des Fehlers
- Abschätzung des Gefährdungspotentials
- Vorschlag zur Schadensbeseitigung und zum Produktaustausch

15 Anhang A1 – Anzuwendende Normen

Lichtwellenleiter / Lichtwellenleiterkabel
DIN EN 60794-1-1 VDE 0888-100-1 Teil 1-1: Fachgrundspezifikation – Allgemeines
DIN EN 60794-1-1 VDE 0888-100-1 Beiblatt 1 Teil 1-1: Fachgrundspezifikation – Allgemeines – Beiblatt 1: Kennzeichnung, Transport und Lagerung
Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall
DIN EN 61034-2 VDE 0482-1034-2 Messung der Rauchdichte von Kabeln und isolierten Leitungen beim Brennen unter definierten Bedingungen - Teil 2: Prüfverfahren und Anforderungen
Mikrorohre
DIN 16874 Rohre aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für die erdverlegte Telekommunikation - Maße und technische Lieferbedingungen
DIN EN 61386-1 Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Energie und für Informationen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN 1451-1 Schriften - Serifenlose Linear-Antiqua - Allgemeines
DIN EN 50411-2-8 LWL-Spleißkassetten und -Muffen für die Anwendung in LWL-Kommunikationssystemen - Produktnormen - Teil 2-8: ABF-Mikrorohrverbinder, Bauart 1
Prüfungen an Mikrorohren
DIN EN ISO 4892-2 Kunststoffe - Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten - Teil 2: Xenonbogenlampen
DIN EN ISO 1167-1 Rohre, Formstücke und Bauteilkombinationen aus thermoplastischen Kunststoffen für den Transport von Flüssigkeiten - Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen inneren Überdruck - Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren
DIN EN ISO 1167-2 Rohre, Formstücke und Bauteilkombinationen aus thermoplastischen Kunststoffen für den Transport von Flüssigkeiten - Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen inneren Überdruck - Teil 2: Vorbereitung der Rohr-Probekörper
DIN EN 50642 Kabelführungssysteme - Prüfverfahren für Halogengehalt
DIN EN 60684 Isolierschläuche - Teil 2: Prüfverfahren

Allgemeine NormenDIN EN ISO 9001
Qualitätsmanagementsysteme - AnforderungenDIN EN ISO 14001
Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur AnwendungBS OHSAS 18001
Arbeitsschutzmanagementsysteme. Forderungen

16 Anhang A2 – Eigenschaften

	Außen- durch- messer	Toleranz Außendurch- messer	Wand- stärke	Toleranz Wand- stärke	Anzahl der Riefen	Rillentiefe	Toleranz Rillentiefe*
7x1,5	7,0 mm	-0,0 +0,1mm	1,5mm	-0,0 +0,1mm	ca. 35	ca. 0,1mm	-0,05mm
10x1,0	10,0 mm	-0,0 +0,1mm	1,0mm	-0,0 +0,1mm	ca. 60	ca. 0,1mm	-0,05mm
10x2,0	10,0 mm	-0,0 +0,1mm	2,0mm	-0,0 +0,1mm	ca. 40	ca. 0,1mm	-0,05mm
12x2,0	12,0 mm	-0,0 +0,1mm	2,0mm	-0,0 +0,15mm	ca. 60	ca. 0,1mm	-0,05mm
14x2,0	14,0 mm	-0,0 +0,15mm	2,0mm	-0,0 +0,15mm	ca. 70	ca. 0,1mm	-0,05mm
16x2,0	16,0 mm	-0,0 +0,15mm	2,0mm	-0,0 +0,15mm	ca. 80	ca. 0,1mm	-0,05mm
20x2,5	20,0 mm	-0,0 +0,15mm	2,5mm	-0,0 +0,15mm	ca. 100	ca. 0,1mm	-0,05mm

Tabelle 1 - Detailabmessungen Mikrorohre

* Bei Indoor-Rohren ist eine Toleranz für die Rillentiefe von -0,07 mm zulässig.

	Streckspannung (bei 20°C)	Zeitstandfestigkeit σ (170h, 80°C)	Scheiteldruckfestigkeit (bei 20°C)	Berstdruck (bei 20°C)	Mindestbiegeradius bei freier Biegung
Für Außenanwendung/Erddverlegung:					
7x1,5	≥ 450 N	4 N/mm ²	> 2500 N	≥ 60 bar	20 x d _A
10x1,0	≥ 450 N	4 N/mm ²	> 500 N	≥ 30 bar	20 x d _A
10x2,0	≥ 750 N	4 N/mm ²	> 3500 N	≥ 60 bar	20 x d _A
12x2,0	≥ 1000 N	4 N/mm ²	> 2500 N	≥ 56 bar	20 x d _A
14x2,0	≥ 1200 N	4 N/mm ²	> 2000 N	≥ 50 bar	20 x d _A
16x2,0	≥ 1400 N	4 N/mm ²	> 1700 N	≥ 45 bar	20 x d _A
20x2,5	≥ 1900 N	4 N/mm ²	> 2000 N	≥ 40 bar	20 x d _A

Tabelle 2 - Mechanische Eigenschaften Mikrorohre (nur Außenanwendung)

Rohrverbund	Wandstärke Außenmantel	Max. Außendurchmesser Verbund
2x7x1,5	0,6 ^{±0,3} mm	17 mm
3x7x1,5	0,6 ^{±0,3} mm	18 mm
4x7x1,5	0,6 ^{±0,3} mm	23 mm
7x7x1,5	0,6 ^{±0,3} mm	25 mm
8x7x1,5 + 1x12x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	30 mm
12x7x1,5	0,6 ^{±0,3} mm	32 mm
14x7x1,5	0,6 ^{±0,3} mm	34 mm
22x7x1,5 + 1x12x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	44 mm
24x7x1,5	0,6 ^{±0,3} mm	46 mm
8x10x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	38 mm
12x10x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	44 mm
3x12x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	28 mm
7x12x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	40 mm
2x14x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	32 mm
7x14x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	46 mm
3x16x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	38 mm
4x16x2,0	0,6 ^{±0,3} mm	47 mm

Rohrverbund	Wandstärke Außenmantel	Max. Außendurchmesser Verbund
7x16x2,0	0,6 $\pm$ 0,3 mm	52 mm
4x20x2,5	0,6 $\pm$ 0,3 mm	58 mm

Tabelle 3 - Detailabmessungen Rohrverbunde

Rohrverbund	Zugfestigkeit (max. empfohlene Zugkraft bei 20°C)	Zeitstandfestigkeit σ (170h, 80°C)	Mindestbiegeradius bei 20°C	Mindestbiegeradius bei 10°C	Mindestbiegeradius bei 0°C
2x7x1,5	550 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
3x7x1,5	800 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
4x7x1,5	1000 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
7x7x1,5	1800 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
8x7x1,5 + 1x12x2,0	2700 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
12x7x1,5	3200 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
14x7x1,5	3700 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
22x7x1,5 + 1x12x2,0	6400 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
24x7x1,5	6300 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
8x10x2,0	3900 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
12x10x2,0	5700 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
3x12x2,0	1900 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
7x12x2,0	4450 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
2x14x2,0	1500 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
7x14x2,0	5250 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
3x16x2,0	2700 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
4x16x2,0	3550 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
7x16x2,0	6200 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm
4x20x2,5	5450 N	4 N/mm ²	1000 mm	2000 m	2500 mm

Tabelle 4 - Mechanische Eigenschaften Rohrverbunde

	Auszugsfestigkeit	Gesamtlänge Verbinder	Gesamtlänge Endkappe	Außendurchmesser
DA7	≥ 200 N	max. 46 mm	max. 21 mm	max. 14 mm
DA10	≥ 400 N	max. 48 mm	max. 24 mm	max. 19 mm
DA12	≥ 450 N	max. 50 mm	max. 26 mm	max. 23 mm
DA14	≥ 500 N	max. 53 mm	max. 28 mm	max. 25 mm
DA16	≥ 550 N	max. 54 mm	max. 30 mm	max. 28 mm
DA20	≥ 600 N	max. 62 mm	max. 34 mm	max. 33 mm

Tabelle 5 - Spezielle Eigenschaften Steckverbinder und Endkappen

	Auszugsfestigkeit	Gesamtlänge	Außendurchmesser
DA10-7	≥ 200 N	max. 48 mm	max. 19 mm
DA12-10	≥ 400 N	max. 50 mm	max. 23 mm
DA14-12	≥ 450 N	max. 53 mm	max. 25 mm
DA16-14	≥ 500 N	max. 55 mm	max. 27 mm

Tabelle 6 – Spezielle Eigenschaften Reduziersteckmuffen

	Auszugsfestigkeit zum Mikrorohr	Auszugsfestigkeit des Mikrokabels (mit Gasstop)*
DA7	≥ 70 N	≥ 15 N bei Kabel D3 mm
DA10	≥ 100 N	≥ 35 N bei Kabel D4,6 mm

	Auszugsfestigkeit zum Mikrorohr	Auszugsfestigkeit des Mikrokabels (mit Gasstop)*
DA12	≥ 120 N	≥ 51 N bei Kabel D6,8 mm
DA14	≥ 140 N	≥ 65 N bei Kabel D8,7 mm
DA10-12	≥ 100 N	≥ 35 N bei Kabel D4,6 mm
DA16	≥ 160 N	≥ 75 N bei Kabel D10,4 mm

Tabelle 7 - Spezielle Eigenschaften Einblasmuffen

	Auszugsfestigkeit zum Mikrorohr	Auszugsfestigkeit des Mikrokabels*
DA7	≥ 70 N	≥ 15 N bei Kabel D3 mm
DA10	≥ 100 N	≥ 35 N bei Kabel D4,6 mm
DA12	≥ 120 N	≥ 51 N bei Kabel D6,8 mm
DA14	≥ 140 N	≥ 65 N bei Kabel D8,7 mm
DA16	≥ 160 N	≥ 75 N bei Kabel D10,4 mm
DA20	≥ 180 N	≥ 93 N bei Kabel D12,8 mm

Tabelle 8 - Spezielle Eigenschaften Abdichtelemente

* Die Auszugsfestigkeiten beziehen sich auf übliche Kabeldurchmesser für die jeweilige Rohrdimension und können mittels Dreisatz auf andere Kabeldurchmesser umgerechnet werden.