



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

# Handreichung zur Qualitätssicherung im Rahmen der Mitverlegung nach § 77i Abs. 7 TKG



# Inhaltsverzeichnis

**Vorwort.....2**

**Zweck und Einordnung der empfohlenen Qualitätssicherungsmaßnahmen.....3**

**Anlage 1:**

**"Qualitätsanforderungen an die Bauausführung und  
Erdlegung von Telekommunikationsrohren".....5**

**Anlage 2:**

**"Technische Muster-Spezifikation für Mikrorohre  
und Mikrorohrverbundsysteme" ..... 21**

# Vorwort

Mit dem Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) ist das Telekommunikationsgesetz (TKG) auch um die Vorschrift des § 77i Abs. 7 TKG ergänzt worden. Aufgrund dieser Vorschrift können der Bund, die Länder sowie Städte, Landkreise und Gemeinden verpflichtet sein sicherzustellen, dass im Rahmen der Durchführung von Bauarbeiten für die Bereitstellung von Verkehrsdiensten bzw. im Zusammenhang mit der Erschließung von Neubaugebieten geeignete passive Infrastrukturen, ausgestattet mit Glasfasern, mitverlegt werden.

Um die Erfüllung dieser gesetzlichen Verpflichtung zu erleichtern, hat das BMVI gemeinsam mit den Ländern, den kommunalen Spitzenverbänden und den Telekommunikationsnetzbetreibern die AG Digitale Netze ins Leben gerufen. Die AG hat es sich zur Aufgabe gemacht, mit Informationsbroschüren und Handreichungen aller am Breitbandausbau Beteiligten eine gemeinsame Grundlage für den Breitbandausbau zu schaffen. Informationsbedarf besteht dabei insbesondere im Rahmen der im Dezember 2016 neu eingeführten Mitnutzungs- und Mitverlegungsregelungen des DigiNetz-Gesetzes.

Es ist nicht das Anliegen dieser Handreichung, die Tatbestandsmerkmale der Sicherstellungsverpflichtung des § 77i Abs. 7 TKG im Einzelnen zu erläutern. Hierfür hat die AG Digitale Netze bereits ein Prüfkonzzept bereitgestellt. Für die Zwecke der nachfolgend unter II. bis IV. vorgestellten Maßnahmen zur Qualitätssicherung wird deshalb unterstellt, dass eine Gebietskörperschaft zur Erfüllung der in § 77i Abs. 7 TKG geregelten Sicherstellungspflicht verpflich-

tet ist, passive Netzinfrastrukturen der beschriebenen Art zu errichten.

Die AG Digitale Netze empfiehlt Maßnahmen zur Qualitätssicherung des Netzausbaus. Hierfür hat ein Redaktionsteam von Praktikern diese unverbindliche Handreichung zusammengestellt, die „Qualitätsanforderungen an die Bauausführung und Erdlegung von Telekommunikationsrohren“ sowie eine „Technische Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbundsysteme“ enthalten, die sich an vergleichbaren Dokumenten orientieren, die im Rahmen des eigenwirtschaftlichen Ausbaus Verwendung finden.

Diese Handreichung richtet sich vorrangig an die kommunalen Gebietskörperschaften, also an die Städte, Landkreise und Gemeinden. Bei einer Mitverlegung nach diesen Grundsätzen kann sichergestellt werden, dass hoheitlich geplante und errichtete Glasfaserinfrastrukturen den Qualitätsanforderungen der Privatwirtschaft entsprechen und die im Wege der Sicherstellung bereitzustellenden Infrastrukturen damit vermarktungsfähig sind. Dies ist neben der im Prüfkonzzept zu § 77i Abs. 7 TKG erläuterten Bedarfsprüfung Voraussetzung für eine erfolgreiche Bereitstellung samt Refinanzierung der Baumaßnahme.

Wie auch das Materialkonzzept der AG Digitale Netze dient diese Handreichung nur der ersten Orientierung. Die nachfolgenden Ausführungen können eine qualifizierte fachliche Beratung nicht ersetzen. Für weitergehende Fragen stehen die Kompetenzzentren der Länder und das Breitbandbüro des Bundes zur Verfügung.

# Zweck und Einordnung der empfohlenen Qualitätssicherungsmaßnahmen

Ziel der Regelung zur Mitverlegungspflicht in § 77i Abs. 7 TKG ist, ohnehin stattfindende Bauarbeiten größeren Umfangs auch dazu zu nutzen, Leerrohr- und Glasfasernetze bzw. Teile solcher Netze zu errichten. Der Gesetzgeber trägt damit dem Umstand Rechnung, dass der größte Teil der im Zusammenhang mit dem Netzaufbau verbundenen Kosten durch die notwendigen Tiefbauarbeiten verursacht werden.

Es geht also darum, Synergien zu heben. Im Einklang mit Art. 87f Abs. 2 Satz 1 GG sollen die so entstehenden Netze bzw. Netzbestandteile allerdings nicht von den nach § 77i Abs. 7 TKG zur Mitverlegung verpflichteten Gebietskörperschaften, sondern von „privaten Betreibern öffentlicher Telekommunikationsnetze“ betrieben werden. Das Gesetz geht mithin davon aus, dass die Netze bzw. Netzbestandteile an private Unternehmen verpachtet oder vermietet bzw. veräußert werden können und dass die dabei erzielten Erlöse grundsätzlich ausreichen, um den bei den Gebietskörperschaften durch die Errichtung der Netze bzw. Netzbestandteile verursachten finanziellen Aufwand abzudecken.

Es liegt nahe, die auf diese Weise in Zukunft entstehenden Infrastrukturen von vornherein so zu errichten, dass sie von den genannten Unternehmen sinnvoll betrieben bzw. in eigene Netzinfrastrukturen integriert werden können.

Gleichzeitig sollen die zur Mitverlegung verpflichteten Gebietskörperschaften davor bewahrt werden, in die Errichtung von Infrastrukturen zu investieren, die nicht wirtschaftlich nutzbar sind oder deren Investitionskosten sich nicht über Verpachtungs-, Vermietungs- oder Verkaufserlöse refinanzieren lassen – z.B. weil sie nicht den Qualitätsanforderungen der Netzbetreiber entsprechen, weil entweder zu wenig oder zu viel Wert auf Qualitätsmanagement gelegt wurde.

**Mit den vorliegenden Dokumenten zur Qualitätssicherung wird daher ein mit der Telekommunikationsbranche abgestimmter technischer Rahmen beschrieben, der gängige marktweite Qualitätsvorgaben bei Bau und Beschaffung von Glaserinfrastruktur im Rahmen regionaler Ausbaukonzepte zusammenfasst.**

Wie bereits das Materialkonzept der AG Digitale Netze dient die unverbindliche Handreichung zur Qualitätssicherung nur der Vorbereitung und Ergänzung kommunaler Qualitätsvorgaben. Auf welche der empfohlenen Maßnahmen der nach § 77i Abs. 7 TKG Verpflichtete zurückgreift und welche Muster er verwendet, richtet sich immer nach den Bedürfnissen des Einzelfalls und der gängigen Verwaltungspraxis vor Ort.



# Anlage 1

Die vorliegenden Qualitätsanforderungen an die Bauausführung und Erdlegung von Telekommunikationsrohren wurden erstellt auf Grundlage der ZTV-TKNetz 10, 11 und 40 der DTAG, Stand Okt. 2018

## Qualitätsanforderungen an die Bauausführung und Erdlegung von Telekommunikationsrohren

Erstellt in der „Projektgruppe Qualität“ aus der „UAG Materialkonzept“  
zu § 77i Abs. 7 TKG des BMVI

# Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich .....	8
2	Normen, Bestimmungen, Vorschriften und Gesetze .....	8
3	Offene Verlegung .....	8
3.1	Grabenprofil für Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände .....	8
3.1.1	Mindestüberdeckung.....	8
3.1.2	Grabensohle.....	8
3.1.3	Grabenbreite.....	8
3.2	Verfüllen und Verdichten .....	9
3.2.1	Verfüllen der Leitungszone .....	9
3.2.2	Verfüllen oberhalb der Leitungszone .....	10
3.2.3	Prüfen der Bodenverdichtung .....	10
4	Auslegen und Schützen von Telekommunikationsrohren.....	10
4.1	Transport, Be- und Entladen von Trommeln .....	10
4.2	Zulässige Legetemperaturen.....	10
4.3	Abspulen von Trommeln .....	10
4.4	Abspulen von Trommeln bei niedrigen Außentemperaturen.....	11
4.5	Schutz vor Verschmutzung der Mikrorohre.....	11
4.6	Punktförmige Belastungen z.B. durch Steine.....	11
4.7	Legen von Kabelschutzrohren, Mikrorohren und Mikrorohrverbänden in Schutzrohre .....	11
4.8	Auslegen von Trassenwarnband .....	11
5	Auslegen von Kabelschutzrohren .....	12
5.1	Rohrmaterial .....	12
5.2	Legung der Kabelschutzrohre.....	12
5.3	Verbinden von Kabelschutzrohren .....	12
5.4	Verlegung in Schutzrohren .....	13
5.5	Beschädigungen .....	13
5.6	Druckprüfung und abschließende Kontrollen .....	13
6	Auslegen von Mikrorohren oder Mikrorohrverbänden.....	13
6.1	Auslegen im Graben .....	13
6.2	Hinweise zur Lieferaufmachung von Mikrorohren und Mikrorohrverbänden .....	13
6.3	Kleinere Deformationen.....	14
6.4	Farbkennung .....	14
6.5	Marker.....	14
6.6	Schneiden .....	15
6.7	Verbindungsstellen.....	15
6.8	Abzweige.....	15
6.9	Verlegung in Schutzrohren bei geringen Tiefen .....	15
6.10	Alternative Verlegemethoden .....	16

<b>7</b>	<b>Nachbelegung von vorhandenen Leerrohren .....</b>	<b>16</b>
7.1	Allgemeines.....	16
7.2	Einziehen von Mikrorohren .....	16
7.3	Einblasen von Mikrorohren .....	17
7.4	Übergänge .....	17
<b>Anhang A1:</b>	<b>Mitgeltende Dokumente.....</b>	<b>18</b>

# 1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Qualitätsanforderung an die Bauausführung und Erdlegung von Telekommunikationsrohren ist eine technische Anleitung für die fach-/sachgerechte Handhabung sowie das Auslegen, Einblasen und Einziehen von Telekommunikationsrohren in Gräben und Baugruben nach den anerkannten Regeln der Technik.

Unter den Oberbegriff der Telekommunikationsrohre fallen die Mikrorohre und Mikrorohrverbände sowie Kabelschutzrohre aus PE-HD und PVC-U. Eine genaue Beschreibung der Materialien ist der „Technischen Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbundsysteme“ zu entnehmen.

# 2 Normen, Bestimmungen, Vorschriften und Gesetze

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

Eine Auswahl der wichtigsten mitgeltenden Dokumente ist im Anhang A1 aufgeführt.

# 3 Offene Verlegung

## 3.1 Grabenprofil für Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände

### 3.1.1 Mindestüberdeckung

Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände werden i.d.R. mit einer Mindestüberdeckung von 0,5 m auf der Grabensohle einlagig ausgelegt. Beispiel: bei einem Rohrdurchmesser von 5 cm ist die Grabensohle 55 cm, damit eine Überdeckung von 50 cm gewährleistet ist. Wenn

eine Absandung der Sohle notwendig ist, erhöht sich die Grabentiefe um die Höhe der Absandung. In Absprache mit den jeweiligen Grundstückseigentümern und Wegebaulastträgern sind z.T. auch geringere oder größere Überdeckungen möglich bzw. nötig.

Gebäudezuführungen sind i.d.R. mit einer Mindestüberdeckung von 0,5 m und in unmittelbarer Nähe des Hauses, leicht zum Gebäude hin ansteigend, herzustellen. In jedem Fall sind Gräben so tief auszuheben, dass die Leitungszone keinesfalls in den Oberbau hineinragt.

Wenn keine anderen Auflagen bestehen, gelten folgende Legetiefen:

In den Kronen von Deichen und sonstigen Schutzdämmen gilt als Legetiefe 1,0 m.

In schiffbaren Gewässern ist im Hinblick auf die Sicherheit gegen Aufankerung eine Legetiefe von 2,5 bis 3,0 m unter Gewässergrund ausreichend.

In nichtschiffbaren Gewässern ist eine Mindestüberdeckung von 1,5 m nicht zu unterschreiten.

Im Uferbereich sind die Gräben so tief auszuheben, dass auszulegende Kabelschutzrohre, Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände eine Legetiefe von 1,6 m haben.

Kann aus zwingenden Gründen die vorgegebene Mindestüberdeckung nicht eingehalten werden, z.B. beim Überwinden von Hindernissen, so sind ggf. besondere Schutzvorkehrungen erforderlich (s.o. Verlegung in Schutzrohren).

### 3.1.2 Grabensohle

In unebenem (welligem) Gelände ist die Grabensohle so tief auszuheben, dass – bezogen auf eine untere Niveaulinie – die Regellegetiefe eingehalten wird, um eine ebene Grabensohle auf einem Streckenabschnitt beibehalten zu können.

### 3.1.3 Grabenbreite

Die Breite der Gräben ist Tabelle 1 zu entnehmen. Die geforderte Mindestüberdeckung abzüglich des Durchmessers des größten ausgelegten Mediums ergibt dabei die Legetiefe.

Σ Außendurchmesser der Kabelschutzrohre, Mikrorohrverbände [cm]	Breite des Grabens bei Legetiefe bis einschließlich [cm]			
	70	90	100	> 100 bis 125
20	30	40	50	60
25	35	40	50	60
30	40	40	50	60
Für jede weitere 5 cm	Zusätzlich 5 cm			

Tabelle 1: Grabenbreiten

Bei der Verlegung von nur einem Kabelschutzrohr oder Mikrorohrverbund (ca. 5 cm Durchmesser) ist auch eine Gra-

benbreite von 15 cm möglich (150 mm Schaufel), wenn der Graben nicht betreten werden muss.

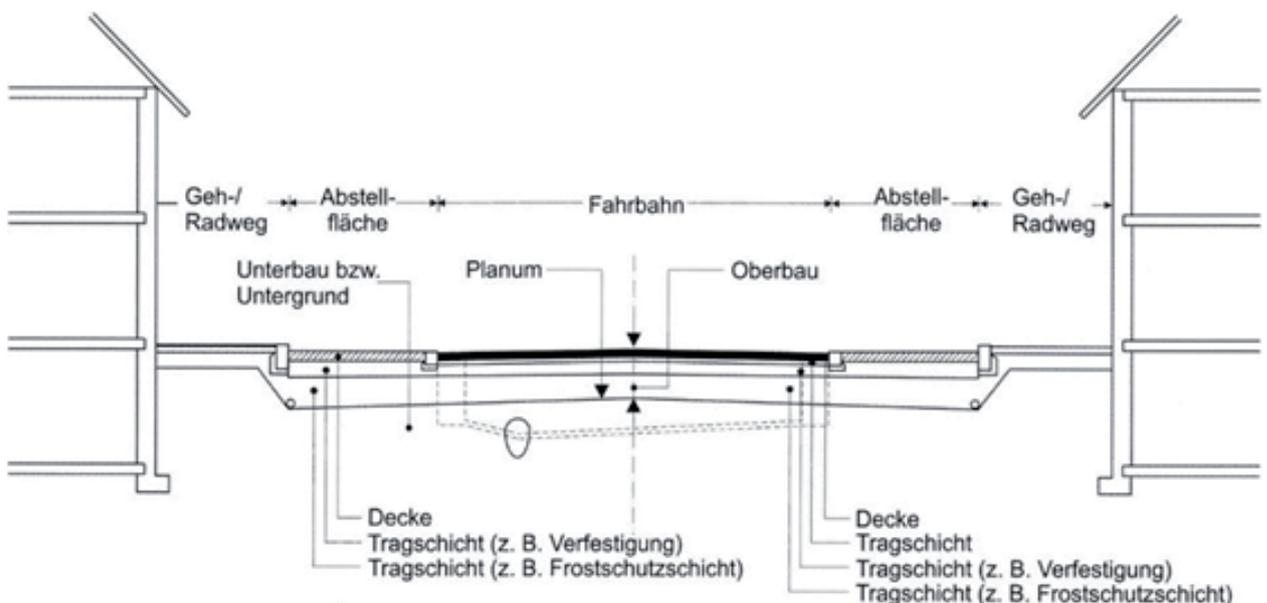


Abbildung 1: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit wasserundurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen

Quelle: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12

## 3.2 Verfüllen und Verdichten

### 3.2.1 Verfüllen der Leitungszone

Die Leitungszone für Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände ist der Raum zwischen der Graben- oder Grubensohle und einer Höhe von 10 cm über dem Scheitel der Rohre. Die Leitungszone umfasst die gesamte Graben- bzw. Grubenbreite und darf keinesfalls in den Oberbau hineinragen.

Wenn erforderlich, ist für das Verfüllen der Leitungszone gesiebter Sand zu verwenden (Bodenaustausch). Der Einsatz von Brechsand ist nicht zugelassen. In die Leitungszone ist, wenn erforderlich, verdichtungsfähiger Füllboden natürlichen Ursprungs (nicht gebrochenes Material, z.B. Natursand) mit einer Korngröße  $\leq 2$  mm für Kabel, Mikrorohre sowie Mikrorohrverbände und mit einer Korngröße von  $\leq 6$  mm für Schutzrohre einzubauen.

Um Beschädigungen der eingebauten Anlagen zu vermeiden, ist im Bereich der Leitungszone der eingebrachte Füllboden grundsätzlich von Hand zu verdichten.

### 3.2.2 Verfüllen oberhalb der Leitungszone

Bei Kabelgräben und Montagegruben ist die erste Lage des eingefüllten Bodens, die maschinell zu verdichten ist, in ihrer Schütthöhe so zu bemessen, dass sich die endgültig verdichtete Fläche etwa 0,30 m über dem Rohr-/Kabelscheitel befindet. Maschinelle Verdichtungsgeräte dürfen senkrecht über den Leitungen erst ab einer Überdeckung von mindestens 0,30 m verwendet werden. Auf diese Fläche sind Trassenwarnbänder auszulegen.

Oberhalb der Leitungszone kann das vorgefundene Aushubmaterial verwendet werden, wenn es zum Wiederaufbau geeignet ist.

### 3.2.3 Prüfen der Bodenverdichtung

Zur Vermeidung späterer Setzungen und Absenkungen der verfüllten Gräben und Gruben muss der im Rahmen der Wiederherstellung verfüllte Boden fachgerecht verdichtet sein. Der unmittelbar nach dem Entfernen der Oberfläche vorgefundene Verdichtungsgrad muss nach Beendigung der Arbeiten nachweislich im Rahmen der Eigenüberwachung wieder erreicht werden.

## 4 Auslegen und Schützen von Telekommunikationsrohren

### 4.1 Transport, Be- und Entladen von Trommeln

Für den sachgemäßen Transport und das Be- und Entladen bzw. das Sichern der Ladung ist zu sorgen. Das Entladen ist mit der Baustelle abzustimmen. Für das Be- und Entladen ist geeignetes Gerät vorzuhalten. Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände sind beim Auslegen wegen der Gefahr mechanischer Beschädigungen vorsichtig zu behandeln und vor scharfen Biegungen usw. zu bewahren.

### 4.2 Zulässige Legetemperaturen

Die Rohre sind nur bei zulässigen Einziehtemperaturen nach Tabelle 2 auszulegen. Die dort aufgeführten Temperaturbedingungen gelten erst dann als erfüllt, wenn das betreffende Rohr während der letzten 12 Stunden vor dem Einziehen keiner Temperatur außerhalb des zugelassenen Bereiches ausgesetzt war. Bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes sind die Trommeln der Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände vor dem Einbringen 12 bis 24 Stunden in geheizten Räumen zu lagern. Die Trommeln sind vor direkter Sonneneinstrahlung und gegen Verschmutzung zu schützen. Eine ideale Zugbelastbarkeit wird in einem Temperaturbereich zwischen +5°C und +20°C erreicht.

Rohrtyp	Zulässiger Legetemperaturbereich (°C)
Kabelschutzrohre, Mikrorohre, Mikrorohrverbände	-10 bis 50°C

Tabelle 2: Zulässiger Legetemperaturbereich

### 4.3 Abspulen von Trommeln

Beim Auslegen dürfen die zulässigen Umlenkstrahlen nicht unterschritten werden. Der Trommeltransportanhänger bzw. die Trommel ist so aufzustellen, dass das Kabelschutzrohr, das Mikrorohr bzw. der Mikrorohrverband von der Unterseite der Trommel in möglichst flachem Bogen und unter Einhaltung der zulässigen Biege- bzw. Umlenkstrahlen in den Graben eingeleitet wird und beim Abspulen mechanisch nicht beschädigt werden kann. Es ist verpflichtend, eine Trommelbremse beim Abtrollern am Trailer/Trommelanhänger bei der Installation zu verwenden, um z.B. den „Korkenzieher“-Effekt zu verhindern. Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände sind beim Auslegen wegen der Gefahr mechanischer Beschädigungen vorsichtig zu behandeln und vor scharfen Biegungen usw. zu bewahren.

#### 4.4 Abspulen von Trommeln bei niedrigen Außentemperaturen

Grundsätzlich haben alle Rohrverbände oder HD-PE-Rohre die Eigenschaft, dass sie nach Abspulen einer Orientierung unterliegen. Je kälter die Außentemperaturen werden, desto stärker sind diese Orientierungen, da das Material aufgrund der kälteren Umgebungstemperatur steifer wird. Diese Orientierungen besonders auch in Kern-Nähe lassen das Kabelschutzrohr, Mikrorohr oder den Mikrorohrverband bei einem Temperaturniveau, wie es im Winterhalbjahr über Nacht herrscht, auch nach dem ordnungsgemäßen Abziehen von der Trommel temperaturbedingt wie einen Korkenzieher aussehen. Um diesen Orientierungen entgegenzuwirken ist es notwendig, das Rohr von der Unterseite der Trommel unter Zug in möglichst flachem Bogen und unter Einhaltung der zulässigen Biege- bzw. Umlenkradien abzuwickeln. Dadurch ist eine linear ausgerichtete Legung im Graben möglich. Hierbei ist besonders auf eine lineare Verlegung unter Zug zu achten. Durch Bremsen ist das Nachlaufen der Trommel und damit das Stauchen oder Knicken des Kabelschutzrohres, Mikrorohres bzw. Mikrorohrverbandes zu verhindern. Die Rohrenden sind gegen das Zurückschlagen zu sichern. Ein Abwickeln des Rohrverbandes über den Flansch (in Richtung der Spulennachse) ist nicht zulässig. Rohre, deren Windungen auf der Trommel zusammengefroren sind, müssen wegen der Gefahr der Knickung vor dem Legen aufgetaut werden. Hierzu ist die Trommel mehrere Stunden in geeigneten Räumen bei  $> 10^{\circ}\text{C}$  zu lagern, der Einsatz einer offenen Flamme ist dabei unzulässig.

#### 4.5 Schutz vor Verschmutzung der Mikrorohre

Kabelschutzrohre und Mikrorohre mit Glasfaser-Mini- oder Mikrokabel sind mittels Einzelzugabdichtung oder Gasblocker gas- und wasserdicht zu verschließen. Unbelegte Mikrorohre bzw. Einzelröhrchen von Mikrorohrverbänden sind generell bei Arbeitsunterbrechungen und Zwischenlagerung der Trommeln mit entsprechenden Schutzkappen provisorisch abzudichten. Diese Schutzkappen sind keinesfalls als Ersatz für die Einzelzugabdichtung bzw. Gasblock einzubauen. Soll das Mikrorohr dauerhaft im Erdreich oder im Kabelschacht enden, so ist es zwingend mit druckdichten Endstopfen zu verschließen. Endet das

Mikrorohr innerhalb eines Gebäudes oder Outdoorgehäuses, sind die Enden mit Endstopfen oder Einzelzugabdichtung zu verschließen und ggf. zu beschriften.

#### 4.6 Punktförmige Belastungen z.B. durch Steine

Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände dürfen generell keinesfalls punktförmigen Belastungen ausgesetzt werden, da dies in einem Zeitraum von bis zu ca. 1.000 Stunden nach dem Beginn der Einwirkung zu Verformungen (Kaltfließen des PE-HD Rohrmaterials) führen kann.

#### 4.7 Legen von Kabelschutzrohren, Mikrorohren und Mikrorohrverbänden in Schutzrohre

Müssen Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände mit mechanischem Schutz versehen werden, müssen sie in entsprechenden Schutzrohren gelegt werden. Hierbei ist das Risiko der jahreszeitlich bedingten Längenänderungen besonders zu beachten.

Bei der Herausführung ist die Mindestüberdeckung (0,5 m) zu beachten und sind ggf. Schutzmaßnahmen zu treffen (s.u.). Druckstellen durch kreuzende Leitungen sind unzulässig.

#### 4.8 Auslegen von Trassenwarnband

Nach dem Verfüllen der Leitungszone ist der Kabelgraben auf eine Höhe von ca. 0,3 m über Kabelscheitel zu verfüllen und eben abzugleichen. Auf diese abgegliche Schicht ist das Trassenwarnband über dem Rohr auszulegen. Beim weiteren Verfüllen des Grabens ist darauf zu achten, dass sich das Band nicht verschiebt. Werden mehrere Kabelschutzrohre, Mikrorohre und Mikrorohrverbände nebeneinander auf der Grabensohle verlegt, so sind ab einer Gesamtbreite der Anlage  $> 1$  m, resultierend aus der Summe der Außendurchmesser, 2 Trassenwarnbänder jeweils über den beiden außenliegenden Kabelschutzrohren, Mikrorohren und Mikrorohrverbänden auszulegen. Mehr als zwei Trassenwarnbänder werden nicht erforderlich.

## 5 Auslegen von Kabelschutzrohren

### 5.1 Rohrmaterial

Als Kabelschutzrohre werden nur Rohre aus PE-HD mit geriffelter Innenwandung ausgelegt.

### 5.2 Legung der Kabelschutzrohre

Die Kabelschutzrohre sind in einem Zeitraum von 24 Stunden vor dem Einbau vor intensiver Sonnenbestrahlung zu schützen.

Kabelschutzrohre werden auf einer eingeebneten Grabensohle grundsätzlich in einer Ebene ohne Überkreuzungen unter Zugbelastung eingebracht. Dabei darf die max. zulässige Zugbelastung nicht überschritten werden (siehe auch Datenblatt des Herstellers). Kabelschutzrohre sind grundsätzlich entweder von Hand oder mit der Winde in den offenen Graben einzuziehen. Die für das Auslegen/Einziehen der Kabelschutzrohre wichtigsten technischen Daten sind in der „Technischen Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbundsysteme“ zusammengefasst.

Noch unter Zug stehend ist die Leitungszone über dem Kabelschutzrohr bis 10 cm über den Rohrscheitel mit Sand zu verfüllen, nur dann wird die optimale Einblasperformance erreicht. Keinesfalls sind Abstandhalter bei Rohren aus PE-HD einzubauen. Hier kommt es ansonsten durch Kaltfluss der Kabelschutzrohre zu Einbeulungen des Kabelschutzrohres.

Beim Auslegen der Kabelschutzrohre sind diese während des Ablaufens von der Trommel hinsichtlich vorhandener Beschädigungen zu prüfen. Werden einzelne punktuelle Deformationen (Einbeulungen) festgestellt, sind diese mit einer Rundungsklemme zu beseitigen, nachdem die Fehlerursache beseitigt wurde.

Werden mehrere Kabelschutzrohre gemeinsam in einem Graben verlegt, sind Rohre mit unterschiedlicher Kennung oder Streifen zu verwenden.

Müssen Kabelschutzrohre bzw. Abzweige aus Kabelschutzrohren in Ausnahmefällen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten in einer geringeren als der Mindestüberdeckung (0,5 m) ausgelegt werden, so sind die in Tabelle 3 aufgeführten Schutzmaßnahmen erforderlich.

	Mindestüberdeckung [m]	Legen in Zement-Sand-Gemisch, Porenleichtbeton o.ä.	Abdecken der Rohre oberhalb der Leitungszone durch eine 10 cm dicke Magerbeton (Beton C15/20)-Schicht mit eingelegter Betonstahlmatte
Gehwegbereich	0,2 bis 0,4	●	-
Fahrbahnbereich	0,2 bis 0,4	●	●

Tabelle 3: Schutzmaßnahmen bei Unterschreitung der Mindestüberdeckung bei Kabelschutzrohren

### 5.3 Verbinden von Kabelschutzrohren

Beim Verbinden einzelner Längen ist darauf zu achten, dass nur Kabelschutzrohre gleicher Kennung bzw. Signierung miteinander verbunden werden. An den vorgesehenen Verbindungsstellen müssen die Kabelschutzrohre mit einer Überlappung von mindestens 0,5 m eingebaut werden. Direkt erdverlegte Rohrtrassen können ohne Überlappung

verbunden werden. Bei Rohr-in-Rohr-Verlegung ist eine Überlappung im ersten Schritt mit 0,5 m herzustellen, damit Längenänderungen zwischen Installations- und Grabentemperatur ausgeglichen werden können. Im Nachgang ist das Rohr im Rohr gegen weitere Längenänderungen zu fixieren, um thermische Längenänderungen auszuschließen. Vor dem Herstellen der Verbindungen mit Schraubklemmfittings oder Doppelsteckverbindern müssen die

Kabelschutzrohre mindestens 24 Stunden ausgelegt sein. Zur Montage beider Typen sind die Kabelschutzrohr-Enden mit geeigneten Werkzeugen innen und außen anzufasen. Die Rohrenden müssen rechtwinklig geschnitten, eben und glatt sein. Anschließend sind die Bauteile entsprechend der Montageanweisungen der Hersteller zu montieren.

#### 5.4 Verlegung in Schutzrohren

Werden Kabelschutzrohre auf Strecken  $\geq 30$  m in Düker (z.B. Straßenübergänge, Fluss- oder Bachübergänge  $\geq 160$  mm Außendurchmesser) eingezogen, so ist der Düker mit der größtmöglichen Anzahl von Kabelschutzrohren zu belegen. Anschließend ist der verbleibende Hohlraum mit Dämmer-Wasser-Suspension oder gleichwertigem Material zu verfüllen. Dies verhindert ein Aufschwimmen (Drücken gegen Kanten, Durchmesseränderungen durch Kaltfluß des Rohrmaterials) der einzelnen Rohre im Düker. Bei Strecken (typisch Straßenquerung)  $< 30$  m sind Schutzrohr-Enden bis  $\leq 160$  mm Außendurchmesser mit Schutzrohrabdichtungen schwemmsanddicht gegen die Kabelschutzrohre abzudichten.

#### 5.5 Beschädigungen

Kabelschutzrohre sind im Falle der Beschädigung dem Betreiber zu melden und fachgerecht in Abstimmung mit dem Betreiber instand zu setzen.

#### 5.6 Druckprüfung und abschließende Kontrollen

Nach erfolgter Verlegung ist das Kabelschutzrohr einer Druckprüfung zu unterziehen. Dabei wird das Rohr auf der einen Seite dicht verschlossen. Dann wird das Rohr mit einem Druck von 5 bar beaufschlagt. Dieser Druck muss 20 Minuten gehalten werden, dabei darf der Druckverlust 0,25 bar je 10 Minuten, d.h. 0,5 bar insgesamt nicht überschreiten.

Nach Abschluss der Legearbeiten ist die Strecke mit einem Festkaliber zu kalibrieren. Der Durchmesser des Kalibers sollte ca. 85 % des Rohr-Innendurchmessers aufweisen.

## 6 Auslegen von Mikrorohren oder Mikrorohrverbänden

### 6.1 Auslegen im Graben

Mikrorohre oder Mikrorohrverbände werden im Sandbett (Welligkeiten im Untergrund sind zu vermeiden) auf einer eingeebneten Grabensohle in einer Ebene nebeneinander, ohne Überkreuzungen und möglichst straff unter Zugbelastung (Ende fixieren, spannen unter Nutzung der Trommelbremse am Trommelwagen) eingebracht. Dabei darf die max. zulässige Zugbelastung nicht überschritten werden (siehe auch Datenblatt Hersteller).

Eine wellenförmige Legung (sowohl horizontal als auch vertikal) ist zu vermeiden (die Einblasperformance wird beeinträchtigt, die erreichbare Einblasstrecke wird stark verkürzt). Mikrorohre oder Mikrorohrverbände sind grundsätzlich entweder von Hand oder mit der Winde in den offenen Graben einzuziehen. Unmittelbar danach ist die Leitungszone bis 10 cm über den Rohrscheitel mit Sand zu verfüllen. Die für das Auslegen/Einziehen der Mikrorohre oder Mikrorohrverbände wichtigsten technischen Daten sind der „Technischen Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbundsysteme“ zu entnehmen. Mikrorohre oder Mikrorohrverbände sind in einem Zeitraum von 24 Stunden vor dem Einbau vor Sonnenbestrahlung zu schützen.

### 6.2 Hinweise zur Lieferaufmachung von Mikrorohren und Mikrorohrverbänden

- Die Trommel (Spule) muss vorsichtig transportiert und umgelagert werden (nicht von der Ladefläche werfen, Spule wird verformt oder beschädigt).
- Wickelbild: jede Wickellage ist lückenlos und bis zum Ende vollständig. Keine Mikrorohr-Überkreuzungen, die zu Längs- oder Durchmesser-Verformung führen.
- Offensichtlich umgetrommelte Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände mit unsauberem Wickelbild dürfen nicht eingebaut werden. Rohre mit einem Seitenschlag führen zu einer sehr schlechten Einblasperformance beim Einbringen der Rohre und später zu verkürz-

ten Einblasstrecken und damit zu mehr Baugruben. Sie stellen unkalkulierbare Risiken beim späteren Einblasen dar.

- Die Mikrorohr-Enden müssen jederzeit mit Schutzkappen an beiden Enden verschlossen sein.
- Das äußere Mikrorohr-Ende ist straff (unter Zugspannung) mit Klebeband oder einem Gummiband befestigt.
- Die Mikrorohr-Wickellage ist sauber und frei von Verunreinigungen zu halten, die Wickellagen sind so zu fixieren, dass sie sich nicht lösen oder verrutschen können. Der Mikrorohr-Anfang ist immer straff mit einem Klebeband zu fixieren.
- Lagerung und Transport erfolgen stehend. Bei Transport erfolgt keine Transportsicherung durch Abspannung über die Wickellagen.

### 6.3 Kleinere Deformationen

Werden einzelne kleinere Deformationen an den Mikrorohren bzw. Mikrorohrverbänden festgestellt, so ist die Schadensstelle herauszuschneiden und mittels Doppelsteckmuffe instand zu setzen. Dabei ist auf einen Versatz der Doppelsteckmuffen zueinander zu achten.

### 6.4 Farbkennung

Werden mehrere Mikrorohre oder Mikrorohrverbände gemeinsam in einem Graben verlegt, sind Rohre bzw. Rohrverbände mit unterschiedlicher Kennung (unterschiedliche Mantelfarbe oder Streifen) zu verwenden oder zu versehen. Empfehlung: Kennzeichnungsfarben der Einzelrohre (Unterscheidung durch Einfach- bzw. Mehrfachstreifen möglich) und Zählweise nach DIN EN 60794-5-20:2015-05/in Anlehnung an VDE 0888 Teil 3:

1	rot
2	grün
3	blau
4	gelb
5	weiß
6	grau
7	braun
8	violett
9	türkis
10	schwarz
11	orange
12	rosa

13	rot	+ Zusatzmarkierung
14	grün	+ Zusatzmarkierung
15	blau	+ Zusatzmarkierung
16	gelb	+ Zusatzmarkierung
17	weiß	+ Zusatzmarkierung
18	grau	+ Zusatzmarkierung
19	braun	+ Zusatzmarkierung
20	violett	+ Zusatzmarkierung
21	türkis	+ Zusatzmarkierung
22	schwarz	+ Zusatzmarkierung
23	orange	+ Zusatzmarkierung
24	rosa	+ Zusatzmarkierung

Abbildung 2: Empfehlung Kennzeichnungsfarben  
Quelle: BMVI, Handreichung für ein Materialkonzept zur Umsetzung des § 77i Abs. 7 TKG

Bei mehreren gleichzeitig verlegten Mikrorohrverbänden soll die Mantelfarbe der Mikrorohrverbände unterschiedlich sein. Diese darf aber frei gewählt werden.

### 6.5 Marker

Werden Hausanschlüsse ausschließlich mit Mikrorohren angebunden, so kann der Abzweigpunkt der Längstrasse mit einem elektronischen Markierer gekennzeichnet werden. Alle elektronischen Markierer (z.B. Kugelmarker) müssen wegen der Ortbarkeit einen Mindestabstand

von 2 m untereinander haben. Die Punkte sollten dokumentiert werden. Alle Querabgänge zur Längstrasse (z.B. Hausanschluss, Straßenquerung), die bei einem späteren Grabungsvorhaben eines Dritten gefährdet wären, können zusätzlich zur genauen Einmessung (siehe Dokument: „Planung und Dokumentation“) durch den Einbau eines Markierers gesichert werden. Das gilt auch für alle Richtungsänderungen der Trassen zum Haus hin und für alle Richtungsänderungen der Längstrasse (z.B. wenn die Trasse von der Gehwegvorderkante zur Gehweghinterkante oder die Mindestüberdeckung der Trasse wechselt).

## 6.6 Schneiden

Beim Schneiden von Mikrorohren oder Mikrorohrverbänden sind zwingend immer geeignete Rohr- bzw. Rohrverbandsscheren zur Erzeugung glatter rechtwinkliger Schnitte einzusetzen. Beim Verbinden einzelner Mikrorohr- oder Mikrorohrverband-Längen identischer Bündelung ist darauf zu achten, dass ausschließlich Röhrchen gleicher Farbkennung verbunden werden. Unsauberes Schneiden der Rohre führt zu einer wesentlich schlechteren Einblasperformance, d.h. es werden nur wenige Meter Einblasstreckenlänge erreicht. Die Anzahl der einzubauenden Doppelsteckmuffen ist insgesamt so niedrig wie möglich zu halten. Jeder unsaubere bzw. ungerade Schnitt stellt eine Fehlermöglichkeit dar und kann ggf. eine Verschlechterung der Einblasperformance und spätere Zwischengruben der Trasse beim Einblasen und damit höhere Kosten zur Folge haben.

## 6.7 Verbindungsstellen

Die gesamten Verbindungszonen können mit einem mechanischen Schutz, z.B. einer Schutzmuffe oder einem geteilten Kunststoffwellrohr, geschützt werden.

## 6.8 Abzweige

Beim Abzweigen der Hauszuführungstrasse wird die Außenhülle des zur Herausführung des/der benötigten Mikrorohre(s) längs zur Trasse aufgetrennt. Das/die abzweigende(n) Mikrorohr(e) werden mittels Doppelsteckmuffe mit dem/den weiterführenden Mikrorohr(en) ver-

bunden. Die Doppelsteckmuffen sind keinesfalls im Biege-/Bogenbereich des abzweigenden Mikrorohrs einzubauen (Einblashindernis). Die Mindestbiegeradien sind einzuhalten (Einblashindernis), z.B. mit Hilfe einer Abzweihilfe.

## 6.9 Verlegung in Schutzrohren bei geringen Tiefen

In Ausnahmefällen können Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände aufgrund der örtlichen Gegebenheiten in einer geringeren als der Mindestüberdeckung (0,5 m) ausgelegt werden. In diesem Ausnahmefall sind sie in diesem Bereich in ein Schutzrohr zu legen. Die Enden jeder Schutzrohr-Strecke sollten immer mit Schutzrohrabdichtungen geschützt werden, um spätere Setzungen der Oberfläche zu vermeiden. Werden die Strecken wegen Hausabgängen unterbrochen, so sind die Schutzrohre immer komplett zu schneiden und auf einer Strecke von mindestens 1,5 m zu unterbrechen. Auch hier sind fachgerechte Schutzrohrabdichtungen einzubauen, um spätere Setzungen der Oberfläche zu vermeiden. Für Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände, die zum Zweck einer Hausanbindung verlegt werden, sollten keine Schutzrohre verwendet werden (großer Aufwand Hausanschlussherstellung). Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände, die nicht zum Zweck der Hausanbindung verlegt werden (Backbone o.ä.), sollten im Schutzrohr liegen (wie hier beschrieben).

Hier ist darauf zu achten, dass an den jeweiligen Enden mindestens 5 m Erdtrasse bis zum nächsten Hausabgang liegen, damit es im Falle von Temperaturschwankungen beim Jahreszeitenwechsel zu keinem Zug (durch Zusammenziehen der Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände auf die Hausabgänge) kommen kann.

Werden trotzdem Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände auf Strecken  $\geq 30$  m in Schutzrohre (z.B. Straßenübergänge) bzw. in Düker eingezogen, so ist das Dehn- und Spannungsverhalten konstruktiv zu berücksichtigen. Das Schutzrohr ist mit der größtmöglichen Anzahl von Mikrorohren bzw. Mikrorohrverbänden zu belegen.

Werden Kabelverzweiger mit Mikrorohren oder Mikrorohrverbänden angebunden, ist auf eine belastungsfreie Führung der Rohre zu achten. Ggf. erforderliche Überlän-

gen sind im Erdreich zu lagern. Die Biegeradien gemäß der „Technischen Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbundsysteme“ sind keinesfalls zu unterschreiten.

## 6.10 Alternative Verlegemethoden

Werden zur Verlegung alternative Verlegemethoden verwendet, wie z.B.

- Pflugverfahren,
- Trenchingverfahren (Makro-, Mini-, Mikro-, Nanotrenching),
- Horizontal-Spülbohrverfahren oder
- Pressbohrung (Erdraketentechnik),

müssen dafür speziell für die einzelnen Verfahren geeignete Mikrorohre bzw. Mikrorohrverbände zum Einsatz kommen.

Mit der Thematik der alternativen Verlegetechniken für den Breitbandausbau (Verlegung in geringerer Verlegetiefe nach § 68 Absatz 2 TKG) befasst sich das BMVI in enger Zusammenarbeit mit der Tiefbaubranche, den Verkehrsträgern und den Verbänden der Telekommunikationsbranche.

Es ist zwingend darauf hinzuweisen, dass bei geringer werdenden Verlegetiefen oberhalb der Frostschuttschicht zunehmend thermische Effekte (Längenänderung von Mikrorohren, Kabeln und Fasern; jede Komponente besitzt verschiedene Ausdehnungskoeffizienten) auftreten können. Hier kann es zu Frostbeeinflussungen und Kondenswasserbildung kommen, was die Trasse komplett beschädigen kann. Dies ist besonders relevant, wenn innerhalb der Asphaltsschicht verlegt wird, da diese Schicht extremen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Fixierungseffekte, die im klassischen Tiefbau durch Überdeckung der Mikrorohrverbände und Verdichtung des Grabens gegeben sind, greifen bei diesen Randbedingungen nicht. Zusätzlich muss die Belastung der Trasse durch möglichen Schwerverkehr beachtet werden.

Unter dem Link <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/verlegetechniken-breitbandausbau.pdf> finden Sie eine aktuelle Broschüre zu Verlegetechniken.

# 7 Nachbelegung von vorhandenen Leerrohren

## 7.1 Allgemeines

Nicht erdverlegbare Mikrorohre z.B. ein 10x1,0 mm (Außendurchmesser x Wanddicke)-Rohr werden i.d.R. zur Nachbelegung vorhandener Rohrleitungen genutzt. Erfolgt durch teilweise vorabverlegte Schutzrohre ein Wechsel zwischen Erdverlegung und Rohrverlegung, ist durchweg der Einsatz von erdverlegbaren Mikrorohren- bzw. Verbänden sinnvoll.

## 7.2 Einziehen von Mikrorohren

Mikrorohre sind grundsätzlich einzublasen. Müssen sie dennoch eingezogen werden, kann ein Kabelziehstrumpf eingesetzt werden. Hierbei sind die Mikrorohre vor dem Überziehen des Kabelziehstrumpfes in geeigneter Weise mit selbstklebendem Kunststoffband untereinander zu fixieren. Die Herstellervorgaben bezüglich der minimalen Biegeradien und maximalen Zugkräfte (gemäß Datenblatt des Herstellers) sind zwingend einzuhalten.

Nach frühestens 24 Stunden ist die Längen-Rückstellung der Mikrorohre soweit abgeschlossen, dass mit dem Einbau der Doppelsteckmuffen begonnen werden kann. Die Rückstellzeit der Dehnung nach dem Ziehen wird beeinflusst durch:

- die eingezogene Länge,
- die örtlichen Temperaturverhältnisse und
- die aufgetretenen Zugkräfte.

Es muss nach der Rückstellung der Dehnung noch ein Überstand von 0,5 m über jede Leerrohrmündung hinaus verbleiben.

### 7.3 Einblasen von Mikrorohren

Vor dem Einblasen in das Kabelschutzrohr ist das entsprechende Rohr zu kalibrieren und zu reinigen.

Es ist zu beachten, dass:

- für jeden Einblasvorgang von Mikrorohren immer ein ausführliches Einblasprotokoll (siehe Anhang) zu erstellen ist,
- das Mikrorohr gleichmäßig von der Trommel abrollt und diese im Falle eines unvorhergesehenen Stillstandes jederzeit gebremst werden kann sowie
- die Vorlaufgeschwindigkeit 55 m/min nicht überschreitet.
- Der Einsatz eines Manschettenkolbens ist nicht zulässig.

Alle Mikrorohre sind vor Beginn des Einblasens mit einem Druck von ca. 0,7 MPa bis 0,8 MPa zu füllen. Auf diese Weise ist das Mikrorohr-Bündel steifer und es werden längere Einblasstrecken möglich. Die Mikrorohre sind an ihren herausgeführten Enden auf der Trommel druckdicht zu verschließen.

Die Mikrorohre müssen in einem einzigen Arbeitsgang eingeblasen werden, ein späteres Nachblasen ist nicht möglich. Während des Einblasens muss jederzeit mit einem plötzlichen Stopp des Vorganges gerechnet werden, in diesem Fall müssen die Trommeln gebremst werden können.

### 7.4 Übergänge

Bei Übergängen von nicht erdverlegbaren zu erdverlegbaren Mikrorohren sind entsprechende Reduzierungen einzusetzen. Zusätzlich ist die Verbindungsstelle z.B. mit Schutzmuffen mechanisch zu schützen.

# Anhang A1: Mitgeltende Dokumente

DIN 4124, Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

DIN 1998, Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Verkehrsflächen – Richtlinie für die Planung

RSA, Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen

DGUV Vorschrift 1 Grundsätze der Prävention

DGUV Vorschrift 2 Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit

DGUV Vorschrift 3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

DGUV Vorschrift 9 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz

DGUV Vorschrift 38 Bauarbeiten

DGUV Vorschrift 52 Krane

DGUV Vorschrift 70 Fahrzeuge

DGUV Vorschrift 77 Arbeiten im Bereich von Gleisen

DGUV Information 208-016 Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten

ASR A 2.2 Maßnahmen gegen Brände

DGUV 100-500 Kap. 2.12 Arbeiten mit Erdbauarbeiten

DGUV Regel 100-500 Kap. 2.39 Arbeiten an Anlagen für Gase der öffentlichen Gasversorgung

Telekommunikationsgesetz (TKG)

ZTV A- StB 12 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen





# Anlage 2

Die vorliegende Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbundsysteme wurde erstellt auf Grundlage der Version aus dem Arbeitskreis „LWL-Erdkabel und -Leitungen“, bestehend aus einigen regionalen und überregionalen Energieversorgern. Die Weiterentwicklung erfolgt in enger Abstimmung mit dem Arbeitskreis.

## Technische Spezifikation für Mikrorohre und Mikrorohrverbundsysteme

Erstellt in der „Projektgruppe Qualität“ aus der „UAG Materialkonzept“ zu § 77i Abs. 7 TKG des BMVI

# Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich .....	24
2	Allgemeine Anforderungen .....	24
2.1	Normen, Bestimmungen und Vorschriften.....	24
3	Mikrorohre.....	24
3.1	Rohrtypen .....	24
3.2	Werkstoff .....	25
3.3	Erforderliche Prüfungen.....	25
3.4	Ausführung.....	25
3.5	Kennzeichnung.....	26
3.6	Thermische Eigenschaften .....	26
3.7	Einblasdruck.....	27
3.8	Mechanische Eigenschaften.....	27
3.9	Lieferform .....	27
4	Mikrorohrverbund.....	28
4.1	Rohrverbundtypen.....	28
4.2	Werkstoff Außenmantel.....	28
4.3	Ausführung.....	28
4.4	Kennzeichnung.....	28
4.5	Thermische Eigenschaften .....	29
4.6	Mechanische Eigenschaften.....	29
4.7	Lieferform .....	29
5	Zubehör für die Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme .....	29
5.1	Steckverbinder/Doppelsteckmuffen und Endkappen .....	29
5.2	Reduziersteckmuffen.....	30
5.3	Einblasmuffen (mit und ohne Gasstop).....	30
5.4	Abdichtelemente für Mikrorohre, teilbar .....	31
5.5	Einzel-/Mehrfachabdichtung für PE-Schutzrohre und Rohrverbunde .....	32
5.6	Transportkappen .....	33
5.7	Abdichtelement Set für die Hauseinführung .....	33
5.8	Einblasmuffen, geteilt.....	33
5.9	Halbrohre für PE-Schutzrohr DA40/50.....	34
5.10	Halbrohr-Muffen-Abweig.....	34
5.11	Reparaturmuffen, geteilt.....	34
5.12	Kennzeichnungsschilder .....	34
5.13	Abweighilfen .....	35

6 Umweltverträglichkeit .....	35
7 Nachweise bzw. Prüfzeugnisse.....	35
8 Qualitätskontrolle, Umweltmanagement und Arbeitsschutz .....	35
9 Prüfung.....	35
10 Dokumentation.....	36
11 Entsorgung .....	36
12 Zulassungsbedingungen für Lieferungen.....	36
Anhang A1: Anzuwendende Normen .....	37
Anhang A2: Eigenschaften.....	38
Anhang A3: Vorlage Einblasprotokoll .....	41
Mitglieder der Projektgruppe Qualität .....	43

# 1 Anwendungsbereich

Die vorliegende technische Spezifikation gilt für Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme.

Kabelschutzrohre  $\geq 32$  mm Außendurchmesser sind spezifiziert in DIN 16874.

Das Mikrorohrsystem beziehungsweise das Mikrorohrverbundsystem besteht grundsätzlich aus den Mikrokabelschutzrohren (im Folgenden als Mikrorohre bezeichnet), Mikrorohrverbänden 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 Rohrverband verwendet.

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

# 2 Allgemeine Anforderungen

## 2.1 Normen, Bestimmungen und Vorschriften

Die Rohre und sonstige Bauteile müssen die Anforderungen der im 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.

# 3 Mikrorohre

## 3.1 Rohrtypen

Folgende Mikrorohr-Typen (Einzelrohre) werden in den folgenden Abschnitten spezifiziert

Outdoor-Bereich

Bezeichnung	OD/mm	ID/mm	Wand/mm	erdverlegbar	Rohr-in-Rohr-System
7/4	7	4	1,5	x	x
10/6	10	6	2	x	x
10/8	10	8	1		x
12/8	12	8	2	x	x
12/10	12	10	1 bis 1,1		x
14/10	14	10	2	x	x
16/12	16	12	2	x	x
20/15	20	15	2,5	x	x

Indoor-Bereich

Bezeichnung	OD/mm	ID/mm	Wand/mm	Indoor
7/4	7	4	1,5	x
10/6	10	6	2	x
10/8	10	8	1	x
12/8	12	8	2	x
14/10	14	10	2	x

### 3.2 Werkstoff

Polyethylen hoher Dichte (PE-HD). Die einzelnen Gemengekomponenten und deren Zusammensetzungsverhältnis sind dem Hersteller der Mikrorohre bekannt und können auf Wunsch des Auftraggebers 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 zu sein.

Eine Zumischung von Regenerat oder Recyclat ist nicht zulässig.

Inhomogenitäten wie Blasen, Lunker und Fremdkörper dürfen nicht größer als 0,02 mm<sup>2</sup> 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 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. 10 µm Dicke entnommen. Bei 75- bis 100-facher Vergrößerung werden die Mikrotomschnitte auf Größe und Charakter möglicher Fehlstellen untersucht, wobei die erfasste Gesamtfläche 100 mm<sup>2</sup> nicht unterschreiten darf. Treten Inhomogenitäten > 0,02 mm<sup>2</sup> auf, ist die Prüfung auf drei weitere Probekörper auszudehnen.

Wenn bei dieser Prüfung wieder Inhomogenitäten > 0,02 mm<sup>2</sup> 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 Mikrorohres 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 in der Rohrinnenfläche über Längsriefen verfügen, die es ermöglichen, ein Mikro-LWL-Kabel unterschiedlicher Ausführung mittels eines Einblasvorganges 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 Rillung 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. Die Streifen können auch als Doppelstreifen/Mehrfachstreifen ausgeführt werden:

■ 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)

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/Hersteldatum (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°
- Schrifthöhe: 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) auslegt 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 – **Mechanische Eigenschaften Mikrorohre (ausgenommen Innenraumanwendung)** 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 Rohrverbandes ist nicht notwendig.

Jedes gefertigte Mikrorohr ist einer Druckprüfung zu unterziehen. Hierbei ist die Spule am Spulenanfang oder Spulenende mit einem Manometer zu versehen, während das andere Ende zu verschließen ist. Nach dem Öffnen des Druckluft-Einlasses muss innerhalb eines 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. Herstelldatum (Tag/Monat/Jahr)

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 20 x 2,5)

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

## 4 Mikrorohrverbund

### 4.1 Rohrverbundtypen

Folgende übliche Mikrorohrverbundtypen werden in den folgenden Abschnitten spezifiziert:

Bezeichnung	∑ Einzelrohre	OD	ID	Wand
3x7/4	3	7	4	1,5
4x7/4	4	7	4	1,5
12x7/4	12	7	4	1,5
24x7/4	24	7	4	1,5
8x10/6	8	10	6	2
12x10/6	12	10	6	2
3x12/8	3	12	8	2
2x14/10	2	14	10	2
3x16/12	3	16	12	2
4x20/15	4	20	15	2,5

Weitere unterschiedliche Anzahlen von Einzelrohren sind möglich (siehe auch Tabelle 3 und 4).

Projektspezifische Mikrorohrverbundtypen können nach Absprache mit Auftraggeber konfiguriert werden (z.B. 22x7/4+1x12/8).

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 Hersteller des Rohrverbundes bekannt und können auf Wunsch des Auftraggebers für Überprüfungs-zwecke - insbesondere bei Unklarheiten - an autorisierte Prüfanstalten weitergegeben werden. Die Grundfärbung des Rohrverbandes ist grundsätzlich durchgehend homogen und beispielsweise in oranger Farbe herzustellen (andere Farben nach Rücksprache mit Auftraggeber).

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 von 0,3mm bis 0,9mm je nach technischem Erfordernis gebündelt werden. Bei alternativen Verlegemethoden kann bei Erkennen einer Notwendigkeit ein stärkerer Außenmantel bis zu 3mm (auf Ovalisierung achten) gewählt werden (z.B. horizontale Spülbohrung, Trenching, Pflügen). 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/Herstellungsdatum (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 im Abstand von max. 1 m dauerhaft längs zur Rohrachse auf das Mantelrohr aufzubringen.

Beschriftung:

- Schriftart: Arial oder ähnlich
- Neigung: 90°
- Schrifthöhe: min. 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 die Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme

Das Zubehör muss für alle Mikrorohr- und Mikrorohrverbundsysteme, die dieser Spezifikation entsprechen, die unten angegebenen Anforderungen erfüllen, unabhängig vom 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 wiederverwendbar,
- geeignet für direkte Erdverlegung (auch ohne zusätzlichen Schutzmaßnahmen wie z.B. Schutzhüllen),
- Einblasdruck: bis 15 bar,
- Berstdruck:  $\geq 30$  bar,

- gas- und wasserdicht ( $\geq 0,5$  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 Montageinsatz im Temperaturbereich von  $-10$  bis  $+50^\circ\text{C}$ ,
- nach DIN EN 50411-2-8.

#### Innenraumausführung:

Bei der Ausführung für Innenraumanwendungen sind die zusätzlichen Brandschutzanforderungen zu beachten. Dies beinhaltet die Eigenschaften nicht flammenausbreitend 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  $100\text{ mm/min}$  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 Durchmessern:

- 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 Kapitel 5.1.2 nachzuweisen.

#### Innenraumausführung:

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

#### 5.2.1 Spezielle Eigenschaften

Die speziellen Eigenschaften sind in Tabelle 6 im Anhang angegeben.

## 5.3 Einblasmuffen (mit und ohne Gasstop)

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

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

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

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Einblasmuffe ohne Gasstop:
  - wiederverwendbarer, teilbarer Verbinder
  - zum gas- und wasserdichten Abdichten (Rohrinneres zu Rohrumgebung) von mit Kabeln belegten Mikrorohren
  - Druckfestigkeit:  $\geq 10$  bar / 30 Minuten

- Einblasmuffe mit Gasstop:
  - wiederverwendbarer, teilbarer Verbinder
  - zum gas- und wasserdichten Abdichten (dichtet Rohrinne 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  $-10^{\circ}\text{C}$  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 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 20 cm) 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 20 cm) 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 eingebrachtes 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 zum Abdichten von Mikrorohren mit oder ohne Mikrokabel am Mikrorohrende für folgende Durchmesser:

- 7 mm (Abdichtbereich bis 4,0 mm)
- 7 mm (für Innenraumanwendungen, Abdichtbereich bis 4,0 mm)
- 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 8,0 mm)
- 16 mm (Abdichtbereich bis 11,0 mm)
- 20 mm (Abdichtbereich bis 13,0 mm)

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- wiederverwendbares, 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 Rohrrinneren 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 20cm) ist mit einer Einzelzugabdichtung abzuschließen. Das andere Rohrende wird an eine geeignete Prüfeinrichtung angeschlossen, das Rohrrinnere 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 zu erhöhen und vor Erreichen von 10 bar der Druck abzublasen.

##### 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, für die 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:

- Wiederverwendbar 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 sind mit Blindstopfen verschlossen,
- Auszugsfestigkeit Mikrorohr aus Einzelzugabdichtung  $\geq 50$  N,
- Auszugsfestigkeit der Einzelzugabdichtung vom Schutzrohr  $\geq 1000$  N (bei DN32, DN40) bzw.  $\geq 1200$  N (bei DN50, DN63),
- unbegrenzter Montage-Einsatz im Temperaturbereich von -10°C bis +50°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 dem jeweiligen Typ, 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 des Transports 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 mWS (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 mWS (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.

ßen. 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 DA40/50

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
- Dauerhaft gas- und wasserdicht bis mind. 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 Mikro-rohren 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 DA 50 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, Klemmrings 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 (mit oder ohne Rohrverschluss):

- Dauerhaft beschrift- bzw. beschreibbar (z.B. Edding) und Abdeckschild geschützt

### 5.13 Abzweighilfen

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

Technische bzw. allgemeine Eigenschaften:

- Mit oder ohne Positionierung und Fixierungshilfe für einen Ortungs-Kugelmarker.

## 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 Lieferanten 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 23°C (+/-2°C) durchzuführen.

## 8 Qualitätskontrolle, Umweltmanagement und Arbeitsschutz

Der Hersteller hat ein durchgängiges Qualitätskontrollsystem entsprechend DIN EN ISO 9001 nachzuweisen (offizielles Prüfzertifikat ist vorzulegen), dass eine kontinuierliche Sicherung der in dieser Spezifikation geforderten und durch den Hersteller 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

Da von Seite des Auftraggebers auf eine Güteprüfung und Werksabnahme verzichtet wird, verpflichtet sich der Hersteller zur kontinuierlichen Eigenüberwachung und Gütesicherung hinsichtlich der zur Verarbeitung gelangenden Komponenten sowie der Beschaffenheit des Endproduktes

(insbesondere Wanddicke des Mikrorohres). Der Auftraggeber behält sich vor, jederzeit ein Audit des Fertigungsstandortes vorzunehmen. Dabei können auch Bauteile aus der laufenden Produktion entnommen werden, um diese zu prüfen (s. „12. Zulassungsbedingungen“).

## 10 Dokumentation

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

Auf Anforderung des Anwenders sind vom Hersteller vorzulegen:

- Ein gültiges QS-Zertifikat für die Fertigungsstätte nach DIN EN ISO 9001 und 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 Herstellers für Zusatzforderungen aus dieser Spezifikation.

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

## 11 Entsorgung

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

## 12 Zulassungsbedingungen für Lieferungen

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

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

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 Anwender ist der Nachweis einer gleichwertigen oder höheren Qualität bzw. eines besseren Nutzens, z.B. im Rahmen einer technischen Weiterentwicklung.

Eventuelle Zulieferer sind dem Anwender 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.

# Anhang A1:

## Anzuwendende Normen

<b>Lichtwellenleiter /Lichtwellenleiterkabe</b>
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
<b>Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall</b>
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
<b>Mikrorohre</b>
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
<b>Prüfungen an Mikrorohren</b>
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
<b>Allgemeine Normen</b>
DIN EN ISO 9001 Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen
DIN EN ISO 14001 Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung
BS OHSAS 18001 oder ähnlich Arbeitsschutzmanagementsysteme. Forderungen

# Anhang A2: Eigenschaften

Tabelle 1 - Detailabmessungen Mikrorohre

	Außen- durchmesser	Toleranz Außen- durchmesser	Wandstärke	Toleranz Wandstärke	Anzahl der Riefen	Rillentiefe	Toleranz Rillentiefe*
<b>7x1,5</b>	7,0 mm	-0,0 +0,1mm	1,5mm	-0,0 +0,1mm	ca. 35	0,1mm	-0,05mm
<b>10x1,0</b>	10,0 mm	-0,0 +0,1mm	1,0mm	-0,0 +0,1mm	ca. 60	0,1mm	-0,05mm
<b>10x2,0</b>	10,0 mm	-0,0 +0,1mm	2,0mm	-0,0 +0,1mm	ca. 40	0,1mm	-0,05mm
<b>12x2,0</b>	12,0 mm	-0,0 +0,1mm	2,0mm	-0,0 +0,15mm	ca. 60	0,1mm	-0,05mm
<b>14x2,0</b>	14,0 mm	-0,0 +0,15mm	2,0mm	-0,0 +0,15mm	ca. 70	0,1mm	-0,05mm
<b>16x2,0</b>	16,0 mm	-0,0 +0,15mm	2,0mm	-0,0 +0,15mm	ca. 80	0,1mm	-0,05mm
<b>20x2,5</b>	20,0 mm	-0,0 +0,15mm	2,5mm	-0,0 +0,15mm	ca. 100	0,1mm	-0,05mm

\* für Innenraumanwendungen -0,07mm

Tabelle 2 - Mechanische Eigenschaften Mikrorohre (ausgenommen Innenraumanwendung)

	Streckspannung (bei 20°C)	Zeitstandfestigkeit $\sigma$ (170h, 80°C)	Scheiteldruck- festigkeit (bei 20°C)	Berstdruck (bei 20°C)	Mindestbiegeradius bei freier Biegung
<b>7x1,5</b>	≥ 450 N	4 N/mm <sup>2</sup>	> 2500 N	≥ 60 bar	20 x d <sub>A</sub>
<b>10x1,0</b>	≥ 450 N	4 N/mm <sup>2</sup>	> 500 N	≥ 30 bar	20 x d <sub>A</sub>
<b>10x2,0</b>	≥ 750 N	4 N/mm <sup>2</sup>	> 3500 N	≥ 60 bar	20 x d <sub>A</sub>
<b>12x2,0</b>	≥ 1000 N	4 N/mm <sup>2</sup>	> 2500 N	≥ 56 bar	20 x d <sub>A</sub>
<b>14x2,0</b>	≥ 1200 N	4 N/mm <sup>2</sup>	> 2000 N	≥ 50 bar	20 x d <sub>A</sub>
<b>16x2,0</b>	≥ 1400 N	4 N/mm <sup>2</sup>	> 1700 N	≥ 45 bar	20 x d <sub>A</sub>
<b>20x2,5</b>	≥ 1900 N	4 N/mm <sup>2</sup>	> 2000 N	≥ 40 bar	20 x d <sub>A</sub>

Tabelle 3 - Detailabmessungen Rohrverbunde

Rohrverbund	Wandstärke Außenmantel	typischer Außendurchmesser Verbund
2x7x1,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	17 mm
3x7x1,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	18 mm
4x7x1,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	23 mm
7x7x1,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	25 mm
8x7x1,5+1x12x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	30 mm
12x7x1,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	32 mm
14x7x1,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	34 mm
22x7x1,5+1x12x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	44 mm
24x7x1,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	46 mm
8x10x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	38 mm
12x10x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	44 mm
3x 12x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	28 mm
7x12x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	40 mm
2x14x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	32 mm
7x14x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	46 mm
3x16x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	38 mm
4x16x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	47 mm
7x16x2,0	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	52 mm
4x20x2,5	0,6 <sup>+0,3</sup> mm	58 mm

Tabelle 4 - Mechanische Eigenschaften Rohrverbunde

Rohrverbund	Zugfestigkeit (max. empfohlene Zugkraft bei 23°C)	Mindestbiegeradius bei 20°C	Mindestbiegeradius bei 10°C	Mindestbiegeradius bei 0°C
2x7x1,5	550 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
3x7x1,5	800 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
4x7x1,5	1000 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
6x10x2+1x16x2	1300 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
7x7x1,5	1800 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
8x7x1,5 + 1x12x2,0	2700 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
12x7x1,5	3200 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
14x7x1,5	3700 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
22x7x1,5 + 1x12x2,0	6400 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
24x7x1,5	6300 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
8x10x2,0	3900 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
12x10x2,0	5700 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
3x12x2,0	1900 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
7x12x2,0	4450 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
2x14x2,0	1500 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
7x14x2,0	5250 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
3x16x2,0	2700 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
4x16x2,0	3550 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
7x16x2,0	6200 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm
4x20x2,5	5450 N	1000 mm	2000 mm	2500 mm

Tabelle 5 - Spezielle Eigenschaften Steckverbinder/Doppelsteckmuffen und Endkappen

	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 6 - Spezielle Eigenschaften Reduziersteckmuffen

	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. 54 mm	max. 27 mm

Tabelle 7 - Spezielle Eigenschaften Einblasmuffen

	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
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 8 - Spezielle Eigenschaften von Abdichtelementen für Mikrorohre

	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	≥ 150 N	≥ 75 N bei Kabel D10,4 mm
DA20	≥ 180 N	≥ 93 N bei Kabel D12,8 mm

# Anhang A3: Vorlage Einblasprotokoll

Einblas-Protokoll				Ggf. Firmen Logo	
Bauvorhaben					
Streckenabschnitt					
Firma					
Datum, Startzeit					
Einbläser					
Anmerkungen					
Rohrparameter		Kabelparameter		Einblasgerät/Kompressor	
Hersteller		Hersteller		Einblasgerät	
Rohrverband		Bezeichnung		+ Lubrikator [ja/nein]	
Rohr [Maße in mm]		Faserzahl		Gleitmittel [Menge/Typ]	
Farbe/ Kennung		Kabeldurch- messer [mm]		Kompressor	
Riefung		Meterzahl [Start/Ende]		+Ölabscheider [ja/nein] +Nachkühler [ja/nein]	
Rohr- Temperatur		Kabel- Temperatur		Kabel-Einblas- Kappe [ja/nein]	
				Einblasdruck / Kraft [Nm] soll	
				Einblasdruck / Kraft [Nm] ist	
Zusammenfassung					
Entfernung					
Einblaszeit					
Wetter [Temperatur/ Luftfeuchtigkeit]					
Ort [GPS Daten]					
Protokoll Einblasvorgang					
Streckenlänge [m]	Geschwindigkeit [m/min]	Rohr-Druck [bar]	Schubkraft [%]	Uhrzeit [hh:mm:ss]	



# Mitglieder der Projektgruppe Qualität

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Recht der Digitalen Infrastruktur, Datenrecht	Herr Olaf Pauli
BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Straßenverkehrstelematik, Rastanlagen	Herr Ralf Buschmeier
Anga – Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V.	Herr Carsten Engelke
Breitband Kompetenz Zentrum Niedersachsen	Herr Peer Beyersdorff
Breitband Kompetenz Zentrum Niedersachsen	Herr Dieter Weiß
BIB TECH GmbH	Herr Dr. Hans Peter Schöne
Deutsche Telekom Technik GmbH	Herr Manfred Geis
Deutsche Telekom Technik GmbH	Herr Mirko Adamy
DREWAG NETZ GmbH	Herr Thomas Dietze
egeplast international GmbH	Herr Fabian Reiter
egeplast pro cable GmbH	Herr Jörg Gößling
EWE NETZ GmbH	Herr Thomas Hoffmann
Fachverband Fernmeldebau e. V. (FFB)/ Schneider Networkservice GmbH	Herr Gustel Schneider
gabo Systemtechnik GmbH	Herr Roland Lederer
Netze BW GmbH	Herr Ullrich Huber
REHAU AG + Co	Herr Ralf Winterling
Rohrleitungsbauverband e.V. (rbv)	Herr Lucas Romanowski
Verband Sicherer Tiefbau e.V.	Herr Jan Syré
Vodafone GmbH	Herr Heiko Eichstaedt
Wavin GmbH	Herr Andreas Prestin
Wavin GmbH	Herr Simon Lorenzin
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.	Frau Esther Hild

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur  
Invalidenstraße 44  
10115 Berlin  
Internet: [www.bmvi.de](http://www.bmvi.de)  
E-Mail: [poststelle@bmvi.bund.de](mailto:poststelle@bmvi.bund.de)

### **Stand**

Juli 2019

### **Gestaltung | Druck**

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur  
Referat Z 32, Druckvorstufe | Hausdruckerei

### **Bildnachweis**

Abbildung 1 - FGSV Verlag GmbH

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung.  
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.



