



An Orbia business.



## Verlegeanleitung

Dura-Line

Mikrorohrverbände

Erdverlegte Rohrsysteme  
für den FTTX-Ausbau

# Inhalt

1. Allgemeines
2. Anwendungsbereich
3. Transport und Lagerung
4. Rohrgraben und Grabensohle
5. Einbau der Leitungsteile und Herstellung der Rohrverbindungen
  - 5.1 Hinweise zur Verlegung bei winterlichen Temperaturen
  - 5.2 Längenausdehnung
  - 5.3 Herstellung der Rohrverbindungen
  - 5.4 Richtungsänderungen in der Rohrtrasse
  - 5.5 Rohrverbindungen
  - 5.6 Anschlüsse an Bauwerke
6. Verfüllen und Verdichten
  - 6.1 Allgemein
  - 6.2 Einlagige Rohrverlegung
  - 6.3 Zwei- und mehrlagige Rohrverlegung
  - 6.4 Abstände zu unterirdischen Anlagen
7. Prüfungen
8. Alternative Verlegetechniken
9. Normen und Richtlinien

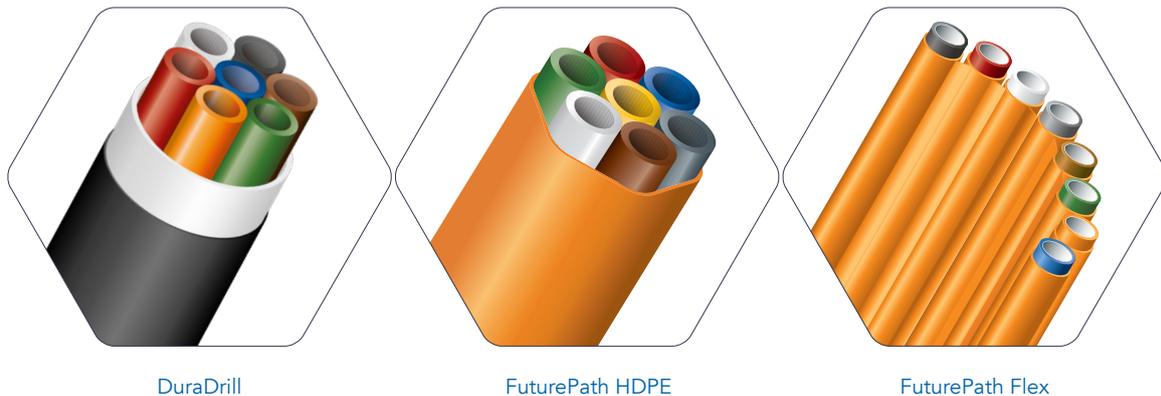
# 1. Allgemeines

Die Verarbeitung und Verlegung von Mikrorohren, in den unterschiedlichsten Ausführungen, ist durch geeignete Fachkräfte unter sachkundiger Aufsicht auszuführen. Beim Bau der Leitungen sind die aktuell geltenden technischen Regeln und die zusätzlichen Vorschriften der Versorgungsunternehmen zu beachten.

# 2. Anwendungsbereich

Diese Anleitung gilt für die Verlegung von Mikrorohren als Einzelrohr und für die direkte Erdverlegung (DB) von Mehrfachrohrverbände wie dem DuraDrill, FuturePath HDPE und FuturePath Flex.

*Bild 1: Rohrverbände DB*



# 3. Transport und Lagerung

Die Rohre sind sorgfältig und schonend auf- und abzuladen. Während des Transportes sind die Rohre bzw. Rohrtrommeln so zu sichern, sodass Defekte wie bleibende Verformungen oder Beschädigungen des Außenmantels ausgeschlossen werden können.

Die Rohre und Rohrverbände sind bei Anlieferung und vor dem Einbau auf Transportschäden zu überprüfen. Beschädigte Teile sind auszusondern.

Bei längerer Lagerung im Freien sind die Rohre vor direkter Sonneneinstrahlung (z.B. mit einer entsprechenden Schutzfolie) zu schützen. Die UV-Beständigkeit der Dura-Line Mikrorohre entspricht 2 Jahre gemäß DIN EN ISO 4892-2.

Außerdem sind die Rohrleitungsteile vor Berührung mit schädigenden Medien wie Motorenkraftstoffe, Lösungsmittel o.ä. zu schützen (vgl. Angaben in DIN 8075, Beiblatt 1).

## 4. Rohrgraben und Grabensohle

Der Rohrgraben und die Ausführung der Grabensohle ist so auszuführen, dass diese den Festlegungen der Planung entsprechen.

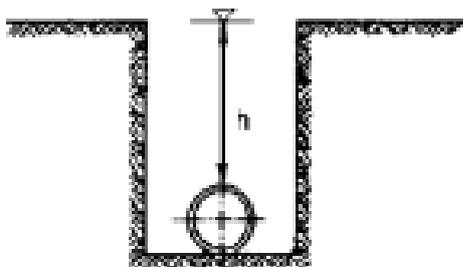
Die Rohre müssen auf der gesamten Länge geradlinig aufliegen. Welligkeiten und Unterbögen führen zu erheblichen Reduzierungen von Einblaslängen. Hinsichtlich der Rohrgrabenausführung gelten die Festlegungen der DIN 4124. Im Bereich der Grabensohle und der Rohrbettung ist Sand mit einer Korngröße nach Tabelle 1 einzusetzen.

Größere Steine führen zu punktuellen Verformungen und Welligkeiten in der Rohrrinnenwandung. Zulässige Korngrößen sind abhängig von der Rohrkonstruktion und dem Außendurchmesser der Rohre.

*Tabelle 1: Bettungsmaterial im Bereich der Rohrzone*

Produkt	DuraDrill OD > 20 mm	DuraDrill OD < 20 mm FuturePath HDP FuturePath Flex DuraOpto DB > 10 mm DuraOpto DB ≤ 10 mm	DuraOpto DB ≤ 10 mm
zulässige Korngrößen	0 - 20 mm	0 - 6 mm	0 - 6 mm

*Bild 2: Rohrgraben, Mindestüberdeckung:  $h = 0,50$  m. Bei alternativen Verlegemethoden wie Pflügen, Trenchen oder Fräsen findet die DIN 18220 Anwendung in Bezug auf die Mindestüberdeckung, die hier unterschritten werden kann.*



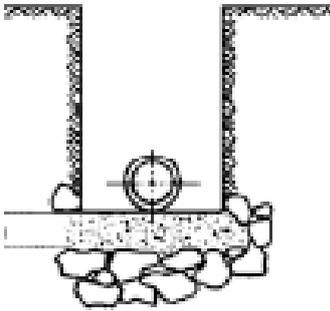
Die Grabensohle muss vor der Rohrverlegung mit leichtem Gerät verdichtet werden.

Im felsigen oder steinigen Untergrund ist die Grabensohle mindestens 10 cm tiefer auszuheben und der Aushub durch eine steinfreie Schicht (siehe Tabelle 1) zu ersetzen.

Nach der Verlegung ist im gespannten Zustand die Leitungszone mit min. 10 cm über dem Rohrverbandscheitel zu befüllen. (Siehe auch ZTV-TKNetz 10/11)

Maschinelle Verdichtungsgeräte dürfen erst nach einer Überdeckung von min. 30 cm verwendet werden.

Bild 3: Rohrgraben mit steinigem Untergrund



Bei nicht tragfähiger und stark wasserhaltiger Grabensohle sowie der Gefahr des Ausspülens des einzubringenden Verfüllmaterials durch wechselnde Grundwasserstände, ist durch geeignete Maßnahmen eine Stabilisierung sicherzustellen.

Auflagerung und Einbettung der Rohre und Formstücke sind bis 10 cm über Rohrscheitel mit Materialien wie in Tabelle 1 beschrieben und bis 30 cm Rohrüberdeckung nach DIN EN 1610 auszuführen.

Bei wechselnden Bodenschichten und damit verbundenen Tragfähigkeitsänderungen der Grabensohle ist an den Übergangsstellen eine ausreichend große Aufschüttung vorzunehmen.

Sind Dichtheitsprüfungen vorgesehen, sollten nach Möglichkeit die Rohrverbindungsstellen freigehalten werden.

## 5. Einbau der Leitungsteile und Herstellung der Rohrverbindungen

### 5.1 Hinweise zur Verlegung bei winterlichen Temperaturen

Rohre und Rohrverbände können bei folgenden aufgeführten Temperaturen verarbeitet und betrieben werden. Bei der Verlegung ist darauf zu achten, dass größere Temperaturschwankungen vermieden werden.

Tabelle 2: Verlegetemperaturen

Verlegung:	-10°C bis +40°C
Optimale Verlegetemperatur:	5°C bis +20°C
Einblasen (Lufttemperatur max. 30°):	5°C bis +30°C
Im Betrieb:	-40°C bis +30°C

### Hinweise zur Verlegung:

Die Wirkung temperaturbedingter Ausdehnung wird unter 5.2. beschrieben.

Es ist bei der Verlegung und dem Abwickeln von Rohren zu beachten, dass die Flexibilität der Rohre von der Umgebungstemperatur abhängig ist. Es ist empfehlenswert bei Temperaturen im Frostbereich Rohrtrommeln vorzuwärmen. Dies kann durch eine Zwischenlagerung in einem beheizten Raum, über einen Zeitraum von mehreren Stunden vor dem Abwickeln, geschehen. Das Verfüllen und Überdecken der Rohre mit gefrorenem Boden ist nicht zulässig.

### Hinweise zum Einblasen:

Die Temperatur im Rohr ist abhängig vom umgebenen Boden. Bei gefrorener Umgebung ist im Rohr befindliches Wasser und Schmutz gefroren, auch wenn die Umgebungstemperatur höher ist.

Die Frostsicherheit des zur Anwendung kommenden Gleitmittels ist zu beachten.

Zu beachten sind die Eigenschaften des zu verwendenden Kabels.

Verlegte Rohre und Rohrverbände widerstehen selbst wassergefüllt Temperaturen bis zu  $-20^{\circ}\text{C}$ . Es sollte jedoch immer darauf geachtet werden, dass bei der Verlegung weder Schmutz noch Wasser im Rohr vorhanden noch in das Rohrsystem eindringen kann.

Zur Verfügung stehende Rohrverschlüsse:

Bild 4: Arten von Rohrverschlüssen



Endstopfen (>16 mm)



Rohrkappe (4-63 mm)



Rohrkappe (4-63 mm)



Schrumpfkappe (4-63 mm)



Mikrorohr Endstopfen (4-20 mm)



Keilstopfen (provisorisch)

Während des Einblasens kann in der Luft befindliches Wasser gefrieren. Die Luftfeuchtigkeit kann mit geeigneten Geräten deutlich reduziert werden. Der Einsatz solcher Geräte in Verbindung mit einem Luft-Nachkühler wird empfohlen.

Geringe Eisbildung kann durch den Einsatz von Vinylalkohol vermieden werden. Es dürfen jedoch keine Mittel verwendet werden, die PE-schädigendes Isopropanol enthalten. Es wird immer empfohlen, das Ende der Rohre vor dem Einblasen der Kabel mit einem Schwamm zu reinigen und so von Schmutz und Wasser zu befreien.

## 5.2 Längenausdehnung

Die Rohre sind in möglichst langen Strängen zu verlegen, wobei jeder Rohrstrang nach der Richtung einzumessen ist. Die für Polyethylen geltenden temperaturbedingten Längenänderungen sind zu beachten.

Dies gilt insbesondere bei der Verlegung in offenen Schutzrohren und Kanälen. PE-HD hat einen Ausdehnungskoeffizienten von 0,2 mm was bedeutet, beim Anstieg bzw. Abfall der Rohrwandtemperatur um 1°C verlängert bzw. verkürzt sich ein Rohr je Meter Länge um 0,2 mm.

*Tabelle 3: Berechnung der Längenausdehnung anhand eines Rechenbeispiels*

<b>Rechenbeispiel:</b>	
Verlege- bzw. Umgebungstemperatur	= 40°C
Bodentemperatur	= 10°C
Temperaturdifferenz	= 30°C
<b>Ausgangsdaten:</b>	
Rohrlänge	= 100 m, Ausdehnungskoeffizient = 0,2 mm
<b>Berechnung der Längenänderung:</b>	
100 m x 30°C x 0,2 mm	= 600 mm Ausdehnung

Vor allem im Hochsommer muss zur Vermeidung von Spannungen innerhalb des Rohrsystems der Rohrstrang einige Zeit vor dem Verfüllen im Graben liegen, damit sich ein Temperaturgleichgewicht zwischen Rohrleitung und Erdreich einstellen kann.

Mikrorohre werden in geraden Längen produziert und anschließend auf Trommeln gewickelt. Hierbei werden durch Biegungen Spannungen erzeugt, die sich nach dem Abwickeln größtenteils wieder abbauen.

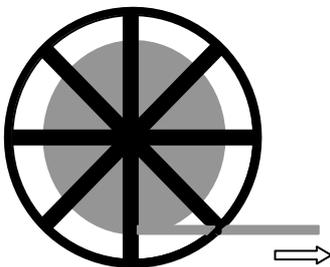
Es wird empfohlen, die Rohre nach dem Einbringen in den Graben mit Sand einzudecken und vor dem Verfüllen einige Zeit ruhen zu lassen. Während der Ruhezeit stellt sich zwischen Rohr und Boden ein thermisches Gleichgewicht ein. Spannungen durch die Ausdehnung oder das Zusammenziehen werden so abgebaut.

Um Riefenbildungen oder ein Abknicken zu vermeiden, sind Rohrtrommeln (wie unten in Abbildung 3 aufgeführt) abzuspuhlen. Die Rohre sind gerade abzuwickeln und dürfen nicht geknickt werden.

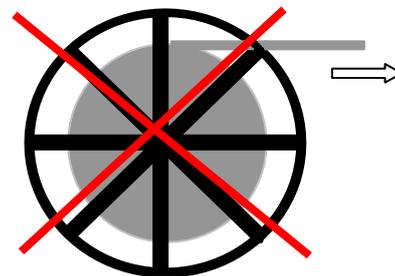
Das Abziehen in einer Spirale (Korkenzieher-Effekt) ist unzulässig.

Beim Abwickeln der Rohre von der Trommel ist zu beachten, dass die Rohrenden beim Lösen der Befestigung federnd wegschnellen können (Unfallgefahr!).

*Bild 5: Korrektes Abtrommeln und Verlegen*



Richtig: von unten herausziehen  
mit gebremster Trommel



Falsch: von oben die Trommel abziehen



Trommelbremsen gibt es von diversen Herstellern.



Richtig: geradlinige Rohrverlegung  
Die Rohre sollten nach Möglichkeit unter Zugspannung verlegt werden.



Falsch: vertikale oder horizontale Welligkeit  
Die Welligkeit der Grabensohle wurde hier nicht ausgeglichen und überträgt sich dadurch auf den Rohrverband. Eine Reduzierung der Einblaslänge ist zu erwarten!

### 5.3 Herstellung der Rohrverbindungen

Das Schneiden der Rohre ist mit einem geeigneten Rohrschneider vorzunehmen.

Bild 6: Rohrschneider



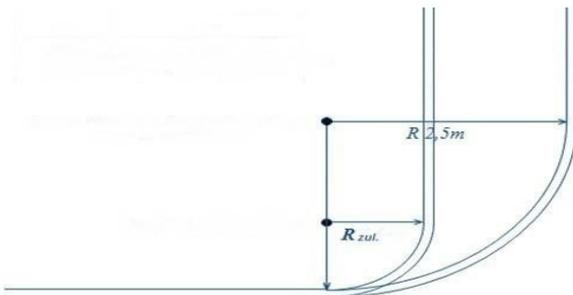
Die Rohre sind rechtwinklig zu schneiden. Grate und Unebenheiten der Trennflächen sind mit einem geeigneten Werkzeug wie z.B. Entgrater oder Rändelmesser zu entfernen. Hierbei sind Einschnitte und Kerben zu vermeiden. Zum Schutz der noch nicht verbundenen Mikrorohre vor Verschmutzungen und dem Eindringen von Wasser, müssen diese unbedingt mit Endstopfen abgedichtet werden.

### 5.4 Richtungsänderungen in der Rohrtrasse

Die Rohre und Rohrverbände werden generell „kalt“ gebogen. Der Einsatz von Heißluft bei niedrigen Temperaturen ist nicht zulässig.

Bei Temperaturen in Frostnähe werden die aufgeführten zulässigen Biegeradien mit 1,5 multipliziert.

Bild 7: Zulässige Biegeradien



Zulässige Biegeradien sind in Tabelle 4 aufgeführt und gelten für 20°C Umgebungstemperatur.

Richtungsänderungen haben einen negativen Einfluss auf die zu erreichenden Einblaslängen. Es wird daher bei größeren Einblaslängen empfohlen, Biegeradien kleiner 2,5 m zu vermeiden.

Im Bereich von Bögen dürfen keine Verbindungen platziert werden. Die durch das Biegen auftretende Ovalität, darf die vor dem Einblasen der Kabel durchzuführende Kalibrierung der Rohre, nicht behindern (siehe Kapitel 7).

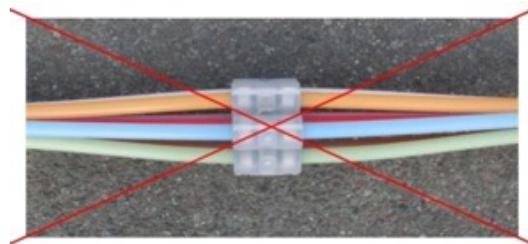
*Tabelle 4: Biegeradien bei 20°C*

Rohr u. Rohrverbände	Zulässige Biegeradien
Telekom Rohre	25 x AD
DuraDrill	35 x AD
FuturePath HDPE	35 x AD
DuraOpto DB	10 x AD

## 5.5 Rohrverbindungen

Mikrorohre werden mit zugfesten, erdverlegbaren Doppelsteckmuffen direkt verbunden. Einen zusätzlichen Schutz bieten Verbinder mit einer Kunststoffhülle. Der Rohrmantel der zu verbindenden Rohrverbände ist so großzügig zu entfernen, dass die Doppelsteckmuffen kaskadiert (versetzt) zueinander platziert werden können. Unnötige Richtungsänderungen, Punkt- und Schwerlasten werden so vermieden.

*Bild 8: Verbindung der Mikrorohre*



## 5.6 Anschlüsse an Bauwerke

Anschlüsse an Bauwerke (Schächte usw.) sind unter Verwendung von geeigneten Mauerdurchführungen auszuführen.

# 6. Verfüllen und Verdichten

## 6.1 Allgemein

Die Verdichtung trägt unmittelbar zur Standsicherheit der erdverlegten Leitung bei und ist deshalb sorgfältig durchzuführen. In der Rohrzone ist der Boden lagenweise einzubringen und von Hand zu verdichten.

Ab 30 cm über Rohrscheitel kann der Grabenaushub mit maschinellem Verdichtungsgerät unter Berücksichtigung der Wirtiefe eingebaut werden.

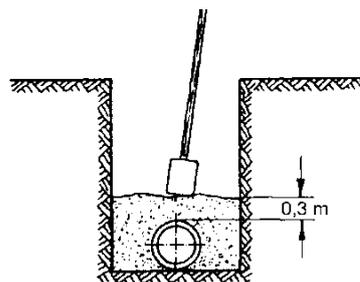
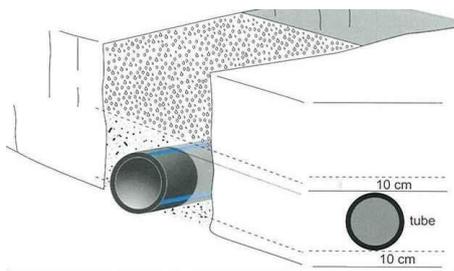
Kabelschutzrohre werden im trockenen Boden verlegt. Anstehendes Grund- oder Schichtenwasser ist so weit abzusenken, dass eine Verlegung und Bodenverdichtung nach DIN EN 1610 möglich ist.

Ist zum Beispiel im Bereich von zu erstellenden Hausanschlüssen der nachträgliche Einbau von Formteilen geplant, so ist der zusätzliche Platzbedarf zu berücksichtigen.

## 6.2 Einlagige Rohrverlegung

Über dem Rohrscheitel und im Seitenbereich ist steinfreier, verdichtungsfähiger Boden in Lagen bis 0,3 m einzubringen und von Hand (mit leichten Geräten) zu verdichten. Die Rohre dürfen dabei seitlich nicht verschoben werden.

*Bild 9a: Verlegung von Mikrorohrverbänden Bild 9b. Bis 0,3 m über Rohr von Hand verdichten*



### 6.3 Zwei- und mehrlagige Rohrverlegung

Bei mehrlagiger Verlegung im Rohrgraben muss jede Rohrlage gesondert eingebettet, verfüllt und verdichtet werden, bevor die nächste Lage ausgelegt wird.

Anschließend ist die weitere Verfüllung lagenweise bis auf etwa 0,3 m über dem Rohrscheitel mit steinfreiem Boden unter ausreichendem Verdichten einzubringen.

Der Abstand zwischen den einzelnen Lagen muss mindestens 50 mm betragen.

### 6.4 Abstände zu unterirdischen Anlagen

Werden Mikrorohre parallel zu anderen existierenden Leitungen verlegt oder bei der Verlegung anderer Rohrsysteme mitverlegt, ist ein Mindestabstand für die Herstellung von Hausanschlüssen und zur Vermeidung von Beeinträchtigungen einzuhalten.

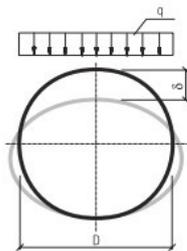
Bei der Verlegung im offenen Graben wird empfohlen, einen Mindestabstand von 20 cm zu parallel verlaufenden und von 10 cm zu kreuzenden Ver- und Entsorgungsanlagen nicht zu unterschreiten.

In der Nähe von Rohrsystemen mit Wärmeabgabe (z.B. Fernwärme oder Hochspannungsleitungen) ist dies zu berücksichtigen. Dauerbelastungen durch Temperatureinwirkung von über 20°C sind zu vermeiden.

## 7. Prüfungen

HDPE-Kunststoffrohre sind flexibel. Werden Spannungen z.B. durch Biegung, Erd- oder Punktlasten aufgebracht, verformen sich diese.

Bild 10: Rohrverformung ( $q$ =Auflast,  $D$  = Rohraußendurchmesser,  $\delta$  = Rohrverformung)



Zu geringe Biegeradien, Ovalitäten und Dellen durch größere Steine können die Einblaslänge dramatisch negativ beeinflussen.

Aufgrund dieser Tatsache empfehlen wir vor jedem Einblasen die Prüfung mit einem entsprechenden Kaliber.

So kann sichergestellt werden, dass:

- ▶ die maximal zulässige Verformung der Rohre nicht überschritten ist
- ▶ die Rohranlage frei von Verunreinigungen durch Sand, Wasser oder andere Fremdkörper ist

Für die Kalibrierung muss der Graben eingedeckt sein. Rohranfang und Rohrende müssen jedoch offen bleiben. Nach positivem Ergebnis empfiehlt es sich, die Rohrenden mit Endkappen zu verschließen. Waren die Rohre und Rohrleitungsteile während des Transportes oder der Verlegung außergewöhnlichen Belastungen ausgesetzt, kann die Dichtsicherheit durch eine Druckprobe mit Luft nachgewiesen werden. Eine Anleitung zur Druckprüfung kann bei Dura-Line angefordert werden.

## 8. Alternative Verlegetechniken

Bei geeigneten Böden können auch alternative Verlegetechniken angewendet werden, wie bspw:

- ▶ Fräsen
- ▶ Pflügen
- ▶ Spülbohren
- ▶ Erdraketen

Bei Fragen zu den unterschiedlichen Verlegeverfahren steht Ihnen der technische Vertrieb der Dura-Line gerne zur Verfügung.

## 9. Normen und Richtlinien

DIN 4124	Baugruben und Gräben - Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
EN 1610	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen KRV
Verlegeanleitung A 535	Kabelschutzrohre aus PE-HD (Polyethylen hoher Dichte) erdverlegte Rohrsysteme für den Kabelschutz