



Kanton Zürich  
Baudirektion  
**Tiefbauamt**  
Ingenieur-Stab

Fachstelle Verkehrstechnik



# **Richtlinie Kabelrohanlagen für Lichtwellenleiter**

V1.0 vom 23. April 2015

# Inhalt

<b>1. Zweck</b>	<b>5</b>
<b>2. Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1.    Allgemeine Grundlagen	5
2.2.    Normalien und Vorschriften	6
2.2.1.  Allgemeine Normalien und Vorschriften	6
2.2.2.  Normalien BSA Staatsstrassen TBA ZH	6
<b>3. Kabelrohranlage</b>	<b>7</b>
3.1.    Allgemeine Anforderungen	7
3.2.    Auslegung und Zugänglichkeit	8
3.2.1.  Ausserorts	8
3.2.2.  Innerorts	9
3.2.3.  Kreuzungs- und BSA-Bereich	10
3.2.4.  Kreisel	10
3.3.    Verlegung	11
3.4.    Fehlerquellen	12
3.5.    Einmessung und Pläne des ausgeführten Werkes	13
3.6.    Qualitätsüberprüfung und Kalibrierung	13
3.6.1.  Anforderung der Kalibrierung	13
3.6.2.  Prinzipschema der Kalibrierung	14
3.6.3.  Kaliber	14
3.6.4.  Protokoll der Kalibrierung	15
3.7.    Abnahme	16
3.8.    Ausrüstung mit Riefenrohren	16
3.9.    Verantwortlichkeiten – Prozess	16
<b>4. Lichtwellenleiter-Installation</b>	<b>18</b>
4.1.    Verlegearten	18
4.1.1.  Einblastechnik	18
4.1.2.  Zugmaschine	18
4.1.3.  Handverlegung/ Einstossrute	18
4.2.    Nutzung belegter Rohre	18

# Impressum

Die vorliegende Richtlinie wurde im Auftrag der Fachstelle Verkehrstechnik des Tiefbauamts des Kantons Zürich (vertreten durch Kurt Amstad) durch Marty + Partner Ingenieurbüro AG (vertreten durch Urs Reding und Stefan Wullschleger) erstellt.

# Änderungen

Version			Änderungen Visum	Geprüft	Freigabe
Datum	Index	Status		Datum, Visum	Datum, Visum
23.04.2015	1.0	Freigegeben durch die GL TBA		23.04.15/Amstad	23.04.15/Amstad

# Abkürzungsverzeichnis

BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
DN	Diameter Nominal (englisch für Nennweite von Rohren)
GIS	Geoinformationssystem
LSA	Lichtsignalanlage
LWL	Lichtwellenleiter
SIA	Schweizer Ingenieure u. Architekten, Normen Bau
TBA	Tiefbauamt des Kantons Zürich
TBA IS	Abteilung Ingenieur-Stab des Tiefbauamts
TBA IS VT	Sektion Fachstelle Verkehrstechnik
TBA P+R	Abteilung Projektieren und Realisieren des Tiefbauamts
TBA P+R BSA Staatsstrassen	Sektion BSA Staatsstrassen
TBA SI	Abteilung Strasseninspektorat des Tiefbauamts
TBA SI UR	Unterhaltsregion

# 1. Zweck

Für den Betrieb, Unterhalt und die Überwachung der Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (BSA) auf den Staatsstrassen im Kanton Zürich braucht es ein modernes und leistungsfähiges Lichtwellenleiter-Kommunikationsnetz, welches die einzelnen Komponenten der BSA miteinander vernetzt. Voraussetzung für diese Vernetzung ist ein optimal vorbereitetes und durchgehendes Rohrtrasse. Dieses muss den Anforderungen an die Lichtwellenleiter-Installation entsprechen.

Die vorliegende Richtlinie dient als Grundlagen für die Ausschreibung, den Bau und die Installation der durchgehenden Kabelrohrtrassen für Lichtwellenleiter zur Erschliessung der einzelnen BSA-Komponenten wie z.B. Lichtsignalanlagen mit den übergeordneten Rechnern im Kanton Zürich.

Es werden die generellen Anforderungen, die Auslegung und Zugänglichkeit, die Verlegung und die Einmessung erläutert. Zudem werden die Qualitätsanforderungen, deren Überprüfung und Verantwortlichkeiten beschrieben. Die Ausrüstung mit Riefenrohren wird ebenfalls thematisiert.

## 2. Grundlagen

### 2.1. Allgemeine Grundlagen

- [I] Grundlagenarbeit Kabelrohranlagen für LWL Kurzbericht, Marty + Partner Ingenieurbüro AG, Version 1.0 vom 13. September 2011
- [II] Fachhandbuch ASTRA 23001 Betriebs und Sicherheitsausrüstungen (FHB BSA), Ausgabe Januar 2015
- [III] Checklisten LWL, LightCom AG, Baden-Dättwil
- [IV] Staatsstrassen-Entwässerungs-Informationssystem (SSEI), Abgabe und Übernahme von Daten, Normalien zur Datenerhebung (Stammdaten), November 2014

## 2.2. Normalien und Vorschriften

### 2.2.1. Allgemeine Normalien und Vorschriften

- [V] VSS und SIA Normenwerke
- [VI] Richtlinien für die Verlegung von Kabelschutzrohren aus Kunststoff, Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke VSE, Ausgabe 2010

### 2.2.2. Normalien BSA Staatsstrassen TBA ZH

**Die Symbole für die Verwendung in den Plänen sind in folgender Normalie ausgeführt:**

- 801 Symbole

**Für die Auslegung des Rohrtrasses im Knotenbereich gelten folgende Normalien:**

- 805 Schemaplan Kabelrohranlagen<sup>1</sup>
- 806 Koordinationsplan Kabelrohranlage
- 807 Schemaplan Kabelrohranlage Kreisel<sup>2</sup>  
Ausrüstung für Umsetzung Kabelrohranlage für LWL

**Zudem gelten im Zusammenhang mit der Erstellung von Rohrtrasse folgende Normalien:**

- 811 Rohrleitungen 1:10 einbetoniert (nur LDPE-Rohre)
- 812 Rohrleitungen 1:10 in Kies gebettet (nur LDPE-Rohre)
- 820 Schacht rund 1:10 Typ Kg (Konus gross, Ø 1000/600 mm)
- 821 Schacht rund 1:10 Typ A (Ø 600 mm)
- 822 Schacht rund 1:10 Typ Kk (Konus klein, Ø 800/600 mm)
- 823 Schacht rund 1:10 Typ E (Ø 500 mm)
- 824 Schacht rund 1:10 Typ P (mit Podestplatte für Notrufsäule, Ø 600 mm)
- 825 Schacht rechteckig Typ Z (Zugschacht, 900 x 900 mm)<sup>1</sup>
- 826 Schacht rechteckig Typ M (Muffenschacht, 1850 x 900 mm)<sup>1</sup>

**Für die LWL-Installation gilt folgende Normalie:**

- [VII] Normalie Lichtwellenleiter-Installationen Version 1.61 vom 1. März 2007

---

<sup>1</sup> Normalien 805, 825, 826 wurden im Rahmen dieser Richtlinie angepasst

<sup>2</sup> Die Normalie 807 für Kreisel wurde im Rahmen dieser Richtlinie von Marty + Partner Ingenieurbüro AG erstellt

## 3. Kabelrohranlage

### 3.1. Allgemeine Anforderungen

Die Baudirektion (Tiefbauamt) des Kantons Zürich gibt in Anlehnung an das Kabelrohrkonzept vor, welche Rohrtrasse-Verbindungen im Bereich der Staatsstrassen zu erstellen sind, um die Strategie Kabelrohranlage umsetzen zu können. Das Bedürfnis von Seiten Lichtwellenleiter-Erschliessung ist zu berücksichtigen. Das Rohrtrasse soll die Bedürfnisse der nächsten 20 Jahre abdecken.

Wo ein Bedürfnis für die Lichtwellenleiter-Erschliessung besteht, werden grundsätzlich zwei Rohre in der Dimension 120 mm Innendurchmesser verlegt:

- 1 Rohr für die Ausstattung mit Riefenrohren als Vorbereitung für die Lichtwellenleiter-Verkabelung
- 1 Rohr Reserve

Die Kabelrohranlage wird so ausgestaltet, dass die Lichtwellenleiter-Verkabelung mit der Kabeleinblastetechnik verlegt werden kann. Dies hat den Vorteil, dass die Kabel ohne Zugbelastung in das Rohr eingebracht werden können und sowohl der Kabelmantel als auch die Rohranlage nicht beschädigt werden. Die Rohranlage wird deshalb kalibriert.

Grundsätzlich müssen bei der Projektierung die minimalen Biegeradien<sup>3</sup> mit Zugbelastung für die Verlegung der LWL-Kabel gemäss [VII] Normale Lichtwellenleiter-Installationen eingehalten werden. Die Rohr Zu- und Abgänge zu den Schächten sind so einzuplanen, dass der Minimalbiegeradius mit Zugbelastung von mindestens 600 mm eingehalten wird.

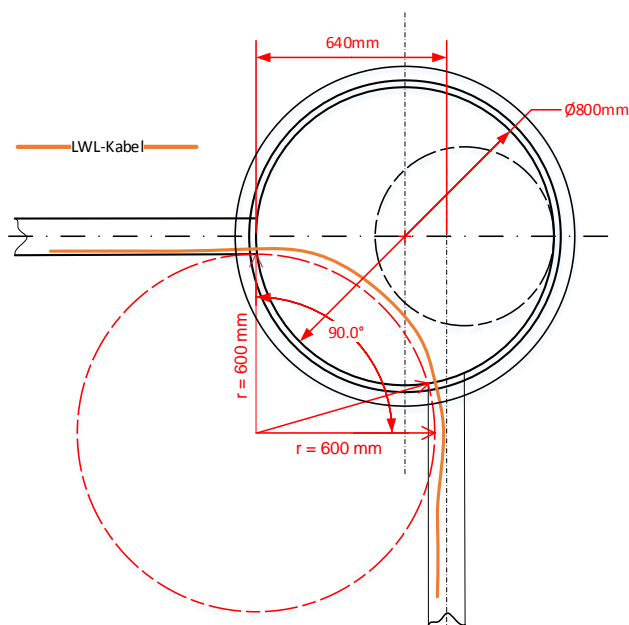


Abbildung 1: Beispiel a für Anordnung der Rohr Zu- und Abgänge in einem Muster-Schacht

<sup>3</sup>  $r = 15d$ ;  $\geq 250\text{mm}$  (d: Kabeldurchmesser)

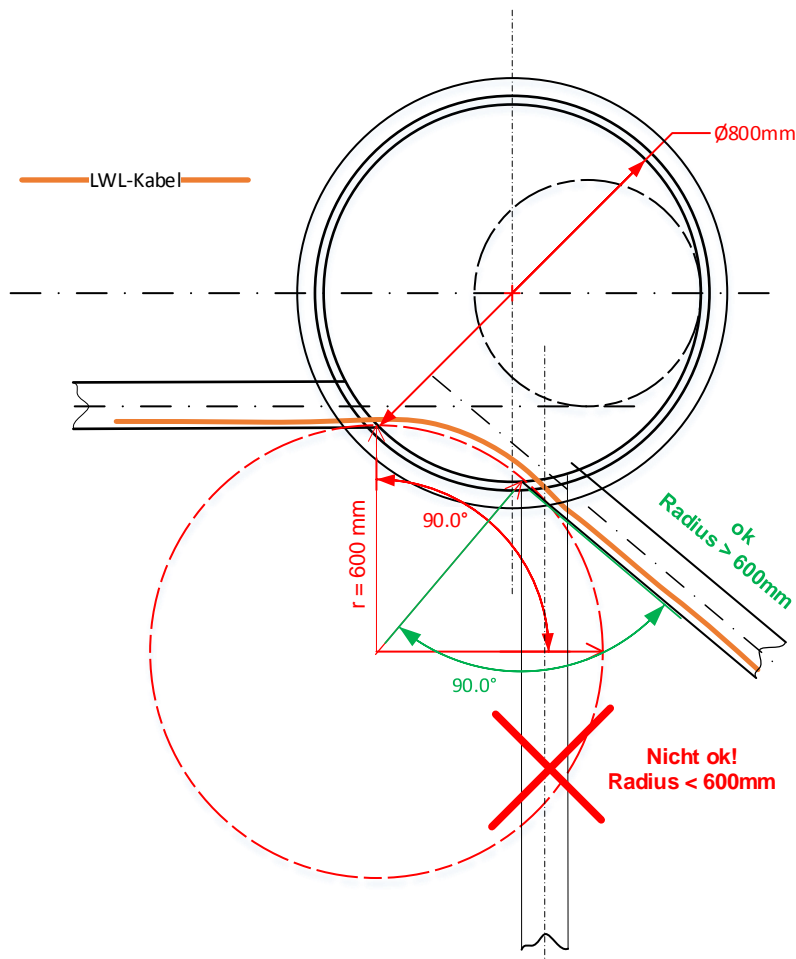


Abbildung 2: Beispiel b für Anordnung der Rohr Zu- und Abgänge in einem Muster-Schacht

## 3.2. Auslegung und Zugänglichkeit

- M-Schächte werden grundsätzlich nach Anforderung der LWL-Kabelvernetzung an den Orten eingeplant, wo es sinnvoll ist eine Muffe anzubringen. Dies wird durch die anstehende verkehrstechnische Installation, oder der Normalien „807-A Kabelrohranlage Kreisel“ bestimmt. Die Fachstelle Verkehrstechnik fasst die Bedürfnisse zusammen.
- das Transit-Rohrtrasse für die Lichtwellenleiter-Erschliessung wird mit jeweils einem Rohr DN 120 auf den M-Schacht geführt werden

### 3.2.1. Ausserorts

Ausserorts werden die Schächte wie folgt eingeplant:

- alle 900 Meter ein Z-Schacht als Zugschacht



- im Abstand von maximal 500 Metern ein Zugang zum Rohrtrasse (Kg-Schächte platzieren)
- bei jedem Richtungswechsel im Rohrtrasse ein zusätzlicher Kg-Schacht
- am Ende der Rohranlage jeweils zwingend ein Schacht (zumindest Kg-Schacht)

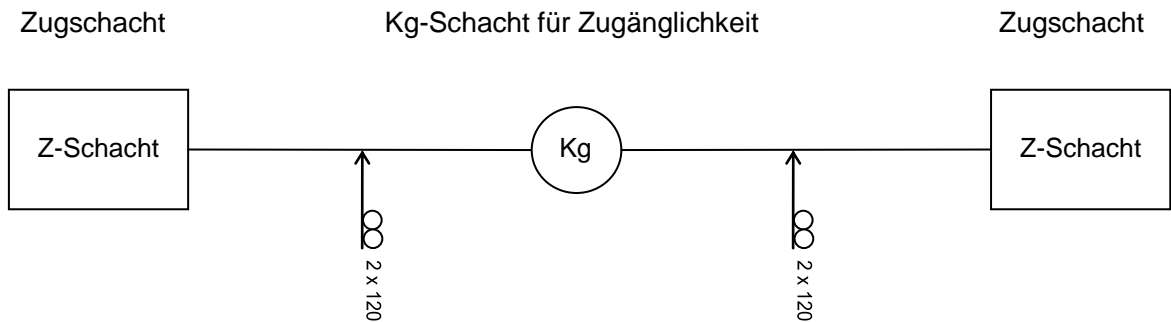


Abbildung 3: prinzipielle Anordnung der Rohranlage und Schächte ausserorts

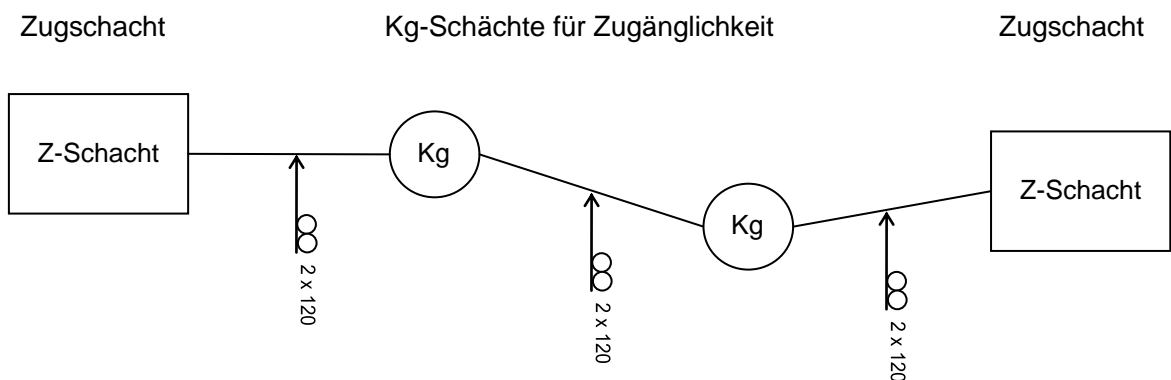


Abbildung 4: prinzipielle Anordnung der Rohranlage und Schächte ausserorts bei Richtungswechsel

### 3.2.2. Innerorts

Innerorts werden die Schächte wie folgt eingeplant:

- alle 500 Meter ein Z-Schacht als Zugschacht
- im Abstand von maximal 120 Metern ein Zugang zum Rohrtrasse (Kg-Schächte platzieren)
- bei jedem Richtungswechsel im Rohrtrasse ein zusätzlicher Kg-Schacht
- bei Strassenquerungen auf jeder Strassenseite ein Kg-Schacht
- am Ende der Rohranlage jeweils zwingend ein Schacht (zumindest Kg-Schacht)
- die Schächte sind im Trottoir-Bereich einzuplanen (nie im Fahrbahnbereich!)

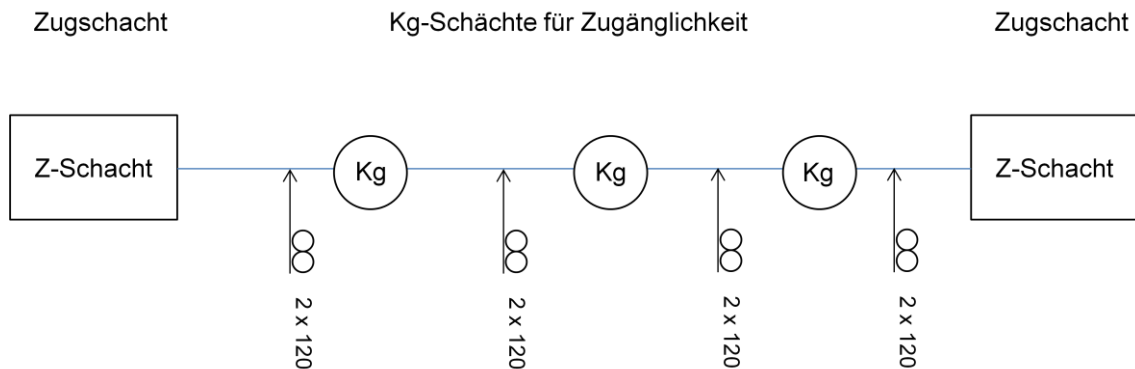


Abbildung 5: prinzipielle Anordnung der Rohranlage und Schächte innerorts

### 3.2.3. Kreuzungs- und BSA-Bereich

Für den Kreuzungsbereich gilt die Normale 805 Schemaplan Kabelrohanlage<sup>4</sup>

### 3.2.4. Kreisel

Für die Projektierung der Kabelrohanlage für LWL beim Kreisel gilt die Normale 807<sup>5</sup>. Der Kreisel ist aussen mit 2 Rohren DN 120 zu projektieren. Es werden insgesamt 8 Kg-Schächte platziert (jede Strassenquerung erhält beidseitig einen Kg-Schacht).

Das LWL-Transit-Rohrtrasse (Lichtwellenleiter-Installation) wird nach Möglichkeit jeweils auf der Trottoir-Seite in der Fahrtrichtung auf den Kreisel hin projektieren. Über den Kreisel wechselt das LWL-Transit-Rohrtrasse die Seite. Damit wird erreicht, dass für eine spätere BSA-Installation die Kabelrohre bereits auf der richtigen Trottoir-Seite der Fahrbahn angelegt sind. Speziell für die LWL-Transit-Leitung wird dazu 1 Rohr DN 120 quer über den Kreisel geführt, damit das LWL-Kabel nicht über mehrere Schächte halbrund um den Kreisel geführt werden muss. Dieses Rohr ist mit Riefenrohren auszurüsten.

In der Nähe zu einem möglichen Standort einer zukünftigen BSA wird ein M-Schacht eingeplant, über diesen auch das LWL-Transit-Rohrtrasse führt.

In die Mitte des Kreisels ist 1 Rohr DN 120 zu führen und ein A-Schacht zu platzieren. Dieses Rohr ist nicht mit Riefenrohr auszurüsten.

<sup>4</sup> Normale 805 wurde im Rahmen dieser Richtlinie angepasst

<sup>5</sup> Neue Normale 807 für Kreisel im Rahmen dieser Richtlinie von Marty + Partner Ingenieurbüro AG erstellt

### 3.3. Verlegung

Für die Verlegung von Kabelschutzrohren gelten die Richtlinie [VI] für die Verlegung von Kabelschutzrohren aus Kunststoff.

Es müssen Rohre DN120 mit 132 mm Aussendurchmesser verwendet werden (6 mm Wandstärke). Es sind Elektro-Kabelschutzrohre PE-LD oder PE-HD mit Muffe und Gummidichtung zu verwenden.

Die Minimalüberdeckung der Kabelschutzrohre liegt bei 60 cm. Bei Ackerland sind die Leitungen mindestens 80 cm zu überdecken.

Bei der Verlegung der Rohre ist zu beachten, dass das Rohr nach Möglichkeit zu einer Schachtseite hin ein Gefälle aufweist, damit vorhandenes Wasser in den Schacht ablaufen kann. Die Rohrmitte darf auf keinen Fall tiefer liegen als die Rohrenden (Sackbildung). Nicht belegte Rohre sind beidseitig mit einem Kunststoffdeckel zu verschliessen.

Im Normalfall sind innerhalb der einzelnen Rohrstrecken keine Bogen oder Winkelstücke erlaubt. Der Ausnahmefall ist mit dem TBA Oberbauleitung abzusprechen. Es dürfen keine flexiblen Rohrbogen verwendet werden.

Die minimalen Verlegeradien (Biegeradien) von 10 Metern bei einem Rohr DN 120 sind einzuhalten.

Die Rohre dürfen sich nicht überkreuzen.

Rohrblöcke im Fahrbahnbereich müssen gemäss der Normalie 811 einbetoniert werden. Rohrblöcke ausserhalb des Fahrbahnbereiches werden gemäss der Normalie 812 in Kies eingebettet.

Unterhalb des Rohrblocks ist bei Bedarf, z.B. im BSA- oder LSA-Bereich ein Erdband oder -Erdseil (25 mm<sup>2</sup>) mit zu verlegen. Dies ist mit der TBA Oberbauleitung abzusprechen.

Über den Rohrblöcken ist jeweils ein Warnband „ACHTUNG KABEL“ siehe Abbildung zu verlegen (ca. 30 – 40 cm unter Oberkant Terrain). Bandbreite min. 40 mm, witterungsbeständig und dauerhaft lesbar, Material aus Polyethylen min. 0,15 mm dick.



Abbildung 6: Kabelwarnband

### 3.4. Fehlerquellen

Eine Auflistung von verschiedenen Fehlerquellen in der Verlegung von Kabelschutzrohren ist in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

<b>Symptom/Fehler</b>	<b>Ursache</b>	<b>Massnahmen</b>
Undurchgängigkeit des Rohres	Versatz beim Rohr- übergang (bei ungenü- gender Einstecktiefe in der Muffe, besteht die Gefahr, das sich das Rohr wegen der Dilata- tion aus der Muffe zu- rückzieht)	Die Rohre vollständig in die Muffen schieben (Minimale Einstecktiefen einhalten - vor- gängig die Einstecktiefen beim Rohr anzeichnen).
Undurchgängigkeit des Rohres	Extreme Rohr- Quetschung	Minimale Verlegeradien für Kabelschutzrohre einhalten. Fachmännische Einbettung der Rohre.
Durchgängigkeit des Rohres eingeschränkt (Kalibrierung ungenügend)	Verunreinigungen (Erdmaterial/Kies) im Rohr	Bei jedem Arbeitsunterbruch die Rohrenden und die Muffen mit Muffenstopfen verschlies- sen.
Durchgängigkeit des Rohres eingeschränkt (Kalibrierung ungenügend)	Rohr-Quetschung	Minimale Verlegeradien für Kabelschutzrohre einhalten. Fachmännische Einbettung der Rohre.
Durchgängigkeit des Rohres eingeschränkt (Kalibrierung ungenügend)	Brauen im Rohrrinnern.	Bei Rohrablängung sind die Rohre mit Raspel oder Anfas- gerät anzuschrägen.
Druckverlust bei Druckprüfung	Undichte Stelle bei den Rohrübergängen	Die Rohre sind vor dem Zu- sammenfügen bei den Muffen- stellen zu reinigen und die Dichtungen exakt zu anzubrin- gen.
Druckverlust bei Druckprüfung	Rohr-Risse	Beschädigungen an den Roh- ren sind zu vermeiden (Lage- rung, Einbau)
Verletzung von Kabeln	Brauen im Rohrrinnern.	Bei Rohrablängung sind die Rohre mit Raspel oder Anfas- gerät anzuschrägen.

## 3.5. Einmessung und Pläne des ausgeführten Werkes

Die Rohranlage (Verlauf Kabelschutzrohre, Standort Schächte, etc.) ist durch einen Geometer einzumessen (georeferenziert). Dabei sind die Normalien zur Datenerhebung des Staatsstrassen-Entwässerungs-Informationssystem (SSEI) [VI] analog anzuwenden. Das Einmessen der Rohre hat vor dem Einfüllen des Grabens zu erfolgen. Die Daten sind so aufzubereiten, dass sie im Geoinformationssystem (GIS) des Kantons Zürich eingelesen werden können (Vorgabe SIA-Norm 405).

Die Vermessungsdaten sowie die Pläne des ausgeführten Werkes sind an die TBA Oberbauleitung abzuliefern (in Papierform und elektronisch). Die Pläne sind entsprechend der Normalie 801, 805 und 806 auszuführen.

## 3.6. Qualitätsüberprüfung und Kalibrierung

Mit der Kalibrierung wird der Nachweis erbracht, dass die Kabelschutzrohre gemäss den Vorgaben verlegt und eingebettet wurden.

### 3.6.1. Anforderung der Kalibrierung

Die Kabelschutzrohre sind gemäss [VI] zu kalibrieren. Dabei werden die Kabelschutzrohre DN 120 auf einen Kaliberdurchmesser von 108 mm geprüft (maximale Verformung des Rohres von 10% sind zulässig).

Mit dem Kalibrieren werden die Rohre auch gereinigt.

Die Kalibrierung ist durch eine externe Stelle durchzuführen und zu protokollieren.

Mit der Kalibrierung (siehe Abbildung ) wird gleichzeitig eine Einziehschnur aus Polypropylen mit einem Mindestdurchmesser von 4 mm und einer Zugfestigkeit von 300 kg (3 kN) miteingezogen. Nicht zugelassen sind Drähte oder Plastikschnüre aus Fluorofil. Diese Einziehschnüre kommen später beim Einziehen der Kabel zum Einsatz. Sie werden bei der Kalibrierung der Kabelschutzrohre eingeführt und müssen fäulnis- und alterungsresistent sein.

Beide Enden der Einziehschnüre müssen in den Kabelschächten befestigt sein, um ein ungewolltes Rückziehen der Schnüre zu vermeiden (Enden ca. 1 m überstehend und fixiert).

#### Die Kalibrierung muss gewährleisten, dass:

- die Rohre keine Verengung oder kein Hindernis aufweisen
- die Toleranzen für den Innendurchmesser eingehalten werden
- die Einziehschnur eingezogen ist

Im Anschluss an die Kalibrierung sind die Rohrenden mit Endkappen oder Muffenstopfen zu verschliessen.

Die Kalibrierung ist zu protokollieren. Die schriftliche Protokollierung ist bei der Abnahme der TBA Oberbauleitung vor Beginn der Kabeleinzugsarbeiten vorzulegen bzw. abzugeben.

### 3.6.2. Prinzipschema der Kalibrierung

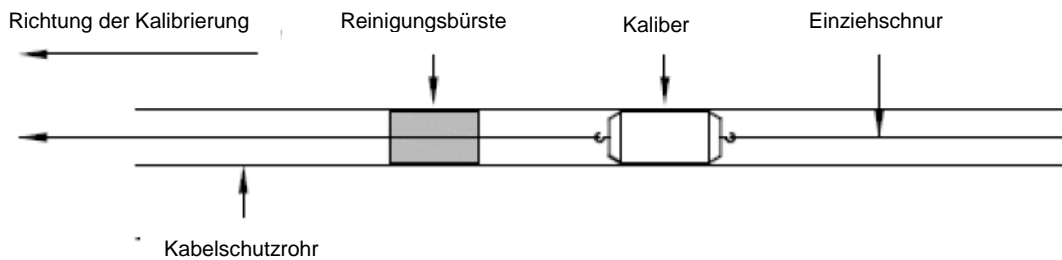


Abbildung 7: Prinzipschema der Kalibrierung

### 3.6.3. Kaliber

#### Verwendung

Die Kabelschutzrohre sind empfindlich auf Temperaturschwankungen und können sich unter Belastung verformen. Das Kaliber dient zur Überprüfung, ob jedes Kabelschutzrohr den spezifischen Anforderungen entspricht.

#### Anforderungen

Das Kaliber (siehe Abbildung) kann aus Holz, Metall oder Hartkunststoff bestehen. Die Verwendung der Kaliber mit Antiblockiermechanismen (lösbare Haken im Fall von ausserhalb der Toleranz liegenden Kräften etc.) ist zulässig. Um Verschmutzungen zu entfernen, ist eine Reinigungsbürste mit einem Durchmesser zu verwenden, der an den Innendurchmesser des Rohrs angepasst ist.

#### Abmessungen des Kalibers:

Nominaldurchmesser	Durchmesser Kaliber (D)	Länge Kaliber (L)	Anfasung (f)
PE Ø 60 mm	54 mm	120 mm	10 mm
PE Ø 80 mm	72 mm	160 mm	15 mm
PE Ø 100 mm	90 mm	200 mm	20 mm
PE Ø 120 mm	108 mm	240 mm	25 mm

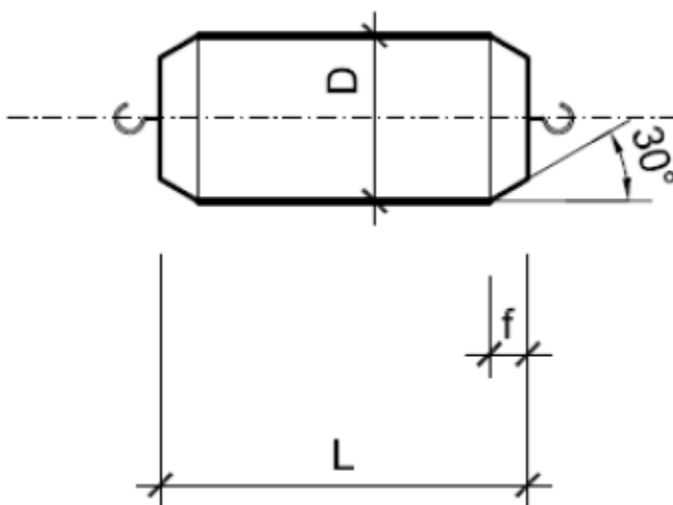


Abbildung 8: Dimension und Abmessung des Kalibers

## **Kalibrierung durch Einblasen**

Bei der Installation von Rohren mit erheblicher Länge erfolgt die Kalibrierung durch Einblasen des Kalibers. Die üblichen Vorschriften für das Einblasen sind einzuhalten.

## **Manuelle Kalibrierung**

Dieses Verfahren wird nur für kurze Rohrlängen (max. 50 m) eingesetzt, bei denen das Kaliber von Hand eingeführt werden kann.

### **3.6.4. Protokoll der Kalibrierung**

#### **Verwendung**

Das Protokoll der Kalibrierung ist Bestandteil der Schlussabnahme des Kabelrohrblocks und dokumentiert den Zustand der Rohranlage (Durchmesser der Rohre, Sauberkeit, Einziehschnur).

#### **Anforderungen**

Das Protokoll ist im Leitsystem abgelegt: 023.00.14 Prüfprotokoll Rohranlagen.

### 3.7. Abnahme

Das Rohrtrasse wird durch die TBA Oberbauleitung abgenommen. Der Unternehmer hat der TBA Oberbauleitung ein Abnahmeprotokoll vorzulegen (siehe Vorlage 023.00.14).

### 3.8. Ausrüstung mit Riefenrohren

Der Einbau von Riefenrohren wird in einem der beiden Kabelrohre als Teil des Rohbaus durchgeführt.

In das Mutterrohr (Kabelschutzrohr) sind entweder 4 Einzelriefenrohre oder ein 4er-Multi-Riefenrohr (2 x 40 mm, 2 x 32 mm) einzuziehen.



Abbildung 9: Einzel- und Mehrfach-Riefenrohr

In den Zwischenschächten (Kg-Schächte für Zugänglichkeit) sind die Riefenrohre durchgängig zu führen.

Die Multirohr-Bobinen werden mit maximal 950 Meter ausgeliefert, daher auch die maximale Distanz von 900 Metern zwischen den Zugschächten.

Das Riefenrohr ist durch den Kabelbauer einziehen zu lassen.

Die Riefenrohre sind auf 10 bar Druck zu überprüfen. Die Druckprüfung ist zu protokollieren. Das schriftliche Protokoll ist an die TBA Oberbauleitung abzuliefern.

Nach der Druckprüfung sind die Riefenrohre mit Abdichtkappen zu verschliessen.

Achtung: Es ist zu beachten, dass die Riefenrohre bei Temperaturveränderungen der Dilation (Längenausdehnung) unterworfen sind. Die Riefenrohre sind in den Endschächten so abzulängen, dass genügend Reserve für einen Temperaturschwund vorhanden ist.

### 3.9. Verantwortlichkeiten – Prozess

Der Prozess Kabelrohranlage für Lichtwellenleiter definiert die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten.

Die Gesamtübersicht über das Kabelrohrnetzwerk wird von der Fachstelle Verkehrstechnik wahrgenommen, die auch die Schnittstellen der einzelnen Perimeter koordiniert. Die Fachstelle Verkehrstechnik kann fachlich von einem Ingenieur-Büro unterstützt werden.



Die Verantwortlichkeiten sind wie folgt geregelt:

<b>Arbeitsgang</b>	<b>Zuständigkeit/Verantwortlichkeit</b>
<b>Rohbau</b>	
- Auslegung und Zugänglichkeit	Planungsingenieur (Bau- oder Elektroingenieur)
- Verlegung	Bauunternehmer
- Einmessung	Projektverfasser/Bauleitung (Auftrag an Geometer, gemäss 651.00.40)
- Qualitätsüberprüfung Kabelrohranlage	Bauunternehmer (Auftrag an Drittunternehmer)
- Abnahme Kabelrohranlage	TBA Oberbauleitung
- Datenverwaltung	nach bestehenden Vorgaben P+R
<b>Ausrüstung</b>	
- Ausrüstung mit Riefenrohren	Kabelbau-Unternehmer
- Qualitätsprüfung Riefenrohre Druckprüfung 10 bar	Kabelbau-Unternehmer
- Einzug der LWL Kabel	Kabelbau Unternehmer
- Abnahme Installation LWL	TBA Bauleitung BSA

## 4. Lichtwellenleiter-Installation

Die Lichtwellenleiter-Installation richtet sich nach den Normalien [VII] „Lichtwellenleiter-Installationen“ des Kantons Zürich.

### 4.1. Verlegearten

Es können drei Verlegearten unterschieden werden. Die bevorzugte Verlegeart für die LWL-Installation ist die Einblastechnik.

#### 4.1.1. Einblastechnik

Voraussetzungen Rohrtrasse:

- Neue leere Rohre
- HDPE-Riefenrohre (Einfachrohre, Multirohre)
- Aussendurchmesser typisch 32, 40 und 50mm
- Rohrrinnenfläche gerillt (verbessert die Tragfähigkeit und vermindert die Reibung)
- Druckdicht, Druckfestigkeit 10 bar
- ohne Einzugschnur

#### 4.1.2. Zugmaschine

Voraussetzung Rohrtrasse:

- Bestehende leere, jedoch nicht druckdichte Rohre
- HDPE-Rohre glattwandig
- Aussendurchmesser 40 bis 120 mm
- Mit Einzugschnur

#### 4.1.3. Handverlegung/ Einstossrute

Voraussetzungen Rohrtrasse:

- HDPE-Rohre glattwandig
- Diverse Durchmesser
- Belegte Rohre
- Kurze Distanzen

### 4.2. Nutzung belegter Rohre

Bei der Verlegung von neuen LWL-Kabeln in Rohranlagen mit bestehenden Kabeln darf nur mit der Einstossrute gearbeitet werden. Zugschnüre können grosse Schäden an bestehenden Kabeln verursachen!